MANKIW

MACROECONOMIA

PARTE III

LA TEORIA DELLA CRESCITA: L'ECONOMIA NEL LUNGHISSIMO PERIODO

CAPITOLO

7 La crescita economica, I

La questione della crescita non è altro che un nuovo abito per un'annosa questione, che occupa da sempre chiunque si interessi all'economia: il presente contro il futuro

James Tobin

Se vi è capitato di parlare con i vostri nonni di com'era la vita quando erano giovani, probabilmente avete appreso un'importante lezione di economia: nel tempo, il tenore di vita materiale è migliorato sostanzialmente per la maggior parte delle famiglie. Questo progresso è il frutto di un reddito in crescita, che ha permesso agli individui di consumare una maggiore quantità di beni e servizi.

Per misurare la crescita economica gli economisti utilizzano i dati del prodotto interno lordo, che evidenziano il reddito aggregato di tutti i partecipanti a un sistema economico. Il PIL reale degli Stati Uniti, oggi, è tre volte superiore a quello registrato nel 1950, e il PIL reale pro capite è più che doppio rispetto a quello del 1950. In ogni dato anno, inoltre, possiamo osservare differenze anche sostanziali nel tenore di vita materiale in diversi paesi. La tabella 7.1 mostra il reddito pro capite dei dodici paesi più popolosi del mondo, rilevato nel 1999. Gli Stati Uniti sono in testa alla classifica, con un reddito pro capite di 31 910 dollari; la Nigeria ha un reddito pro capite che giunge appena a 770 dollari, meno del 3% del reddito dell'americano medio.

Il nostro obiettivo, in questa parte del libro, è comprendere le cause di queste differenze di reddito tra anni e paesi diversi. Nel capitolo 3 abbiamo identificato i fattori di produzione – capitale e lavoro – e la tecnologia di produzione come le determinanti del prodotto aggregato dell'economia e, quindi, del reddito aggregato. Le differenze nel reddito, quindi, devono discendere da differenze nel capitale, nel lavoro e nella tecnologia.

Il nostro primo obiettivo è elaborare una teoria della crescita economica detta **modello di crescita di Solow**; l'analisi che abbiamo eseguito nel capitolo 3 ci ha messo in grado di descrivere le modalità di produzione e di allocazione tra usi alternativi del prodotto di una economia in un dato istante nel tempo. Si è trattato, dunque, di un'analisi statica: un'istantanea dell'economia. Per spiegare perché il reddito nazionale cresce, e perché alcune economie crescono a un ritmo più serrato di altre, dobbiamo allargare lo spettro della nostra analisi, in modo da poter descrivere i cambiamenti dell'economia nel tempo. Sviluppando un modello di questo genere, rendiamo la nostra analisi dinamica: più un film che una fotografia. Il modello di crescita di Solow descrive come il risparmio, la crescita della popolazione e il progresso tecnologico influenzano il livello del prodotto aggregato di una economia e la sua crescita nel tempo. In questo capitolo analizziamo il ruolo del risparmio e della crescita della popolazione; nel prossimo ci dedicheremo al progresso tecnologico.[1]

[1] Il modello di crescita di Solow, sviluppato negli anni 1950-1960, deve il proprio nome all'economista Robert Solow, insignito del premio Nobel per l'economia nel 1987, in virtù dei suoi studi sulla crescita economica. Il modello è stato presentato per la prima volta in Robert Solow, «A Contribution to the Theory of Economic Growth», in *Quarterly Journal of Economics* (febbraio 1956), pp. 65-94.

7.1 L'accumulazione di capitale

Il modello di crescita di Solow è configurato in modo da dimostrare che la crescita dello stock di capitale, la crescita della forza lavoro e le innovazioni tecnologiche interagiscono nell'economia e influenzano la crescita del prodotto aggregato di beni e servizi. Ricostruiremo il modello in fasi successive: la prima consiste nell'analisi di come l'offerta e la domanda di beni determinano l'accumulazione di capitale; in questa prima fase ipotizzeremo che la forza lavoro e la tecnologia siano un dato: in seguito elimineremo entrambe le ipotesi, dapprima introducendo la forza lavoro come variabile, quindi, nel prossimo capitolo, introducendo il progresso tecnologico.

Tabella 7.1 Differenze nel tenore di vita tra diversi paesi, 1999

Paese	*Reddito pro capite (in dollari USA)*
Stati Uniti	31 910
Giappone	25 170
Germania	23 510
Messico	8070
Russia	6990
Brasile	6840
Cina	3550
Indonesia	2660
India	2230
Pakistan	1860
Bangladesh	1530
Nigeria	770

Fonte: World Bank.

L'offerta e la domanda di beni

Nel modello statico dell'economia sviluppato nel capitolo 3, l'offerta e la domanda di beni giocavano un ruolo fondamentale. Lo stesso vale per il modello di crescita di Solow. Attraverso l'analisi dell'offerta e della domanda di beni possiamo determinare il livello del prodotto aggregato in un dato istante nel tempo, e la sua allocazione tra usi alternativi.

L'offerta di beni e la funzione di produzione Nel modello di crescita di Solow l'offerta di beni si basa sull'ormai familiare funzione di produzione, che determina il prodotto in funzione dello stock di capitale e della forza lavoro:

$$Y = F(K, L)$$

Il modello di crescita di Solow ipotizza che la funzione di produzione abbia rendimenti di scala costanti. Questa ipotesi viene considerata realistica nella maggior parte dei casi e, come vedremo tra breve, ci permette di semplificare l'analisi. Rammentiamo che una funzione di produzione ha rendimenti di scala costanti se, per ogni numero positivo z

$$zY = F(zK, zL)$$

Dunque, se moltiplichiamo capitale e lavoro per un qualunque numero positivo z, moltiplichiamo anche il prodotto aggregato dello stesso fattore.

La funzione di produzione con rendimenti di scala costanti ci permette di analizzare tutte le quantità dell'economia in rapporto alla dimensione della forza lavoro: basta definire $z = 1/L$ e sostituire nell'equazione precedente per ottenere:

$$Y/L = F(K/L, 1)$$

Questa equazione mostra che la quantità di prodotto per lavoratore, Y/L, è una funzione della quantità di capitale per lavoratore, K/L. Il numero 1, essendo una costante, può essere ignorato. L'ipotesi di rendimenti di scala costanti implica che la dimensione dell'economia, intesa come numero di lavoratori, non influenza il rapporto tra prodotto per lavoratore e capitale per lavoratore.

Poiché la dimensione dell'economia non ha importanza, risulta conveniente esprimere tutte le quantità in termini «per lavoratore»; ricorriamo così alle lettere minuscole per designare il prodotto per lavoratore $y = Y/L$ e il capitale per lavoratore $k = K/L$. Possiamo così riscrivere la funzione di produzione come

$$y = f(k)$$

dove definiamo $f(k) = f(k, 1)$. La figura 7.1 rappresenta questa funzione di produzione.

La pendenza di tale funzione di produzione mostra il prodotto aggiuntivo che un lavoratore realizza a fronte di un aumento unitario del capitale. Questa quantità corrisponde al prodotto marginale del capitale, PMK. In termini matematici si scrive

$$PMK = f(k + 1) - f(k)$$

Nella figura 7.1 si noti che, al crescere della quantità di capitale, la curva della funzione di produzione si appiattisce progressivamente, indicando che la funzione di produzione è caratterizzata da un prodotto marginale del capitale decrescente. Quando k è basso, il lavoratore medio dispone di poco capitale per lavorare e una unità di capitale aggiuntiva produce una grande quantità di prodotto aggiuntivo; quando k è elevato, il lavoratore medio dispone già di una dotazione di capitale adeguata e l'effetto di una unità aggiuntiva di capitale sul prodotto aggregato è più ridotta.

© 88-08-07773-X

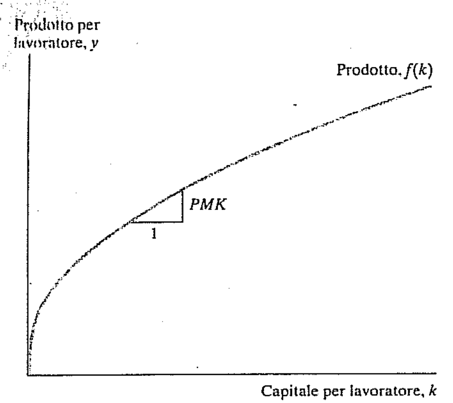

Figura 7.1 **La funzione di produzione**
La funzione di produzione mostra che la quantità di capitale per lavoratore, k, determina la quantità di prodotto per lavoratore, $y = f(k)$. La pendenza della funzione di produzione è il prodotto marginale del capitale: se k aumenta di 1 unità, y aumenta di PMK unità. La funzione di produzione si appiattisce all'aumentare di k, indicando un prodotto marginale del capitale decrescente.

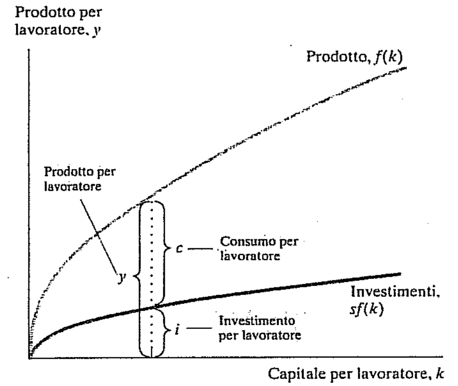

Figura 7.2 **Prodotto, consumo e investimenti**
Il tasso di risparmio, s, determina l'allocazione del prodotto tra consumo e investimenti. Per ogni dato livello del capitale k, il prodotto è $f(k)$, gli investimenti $sf(k)$ e il consumo $f(k) - sf(k)$.

La domanda di beni e la funzione di consumo

Nel modello di Solow la domanda di beni deriva da consumo e investimenti. In altre parole, il prodotto per lavoratore, y, si divide tra consumo per lavoratore, c, e investimenti per lavoratore, i:

$$y = c + i$$

Questa equazione è la versione «per lavoratore» della normale identità contabile del reddito nazionale. Si noti che in questa versione dell'identità abbiamo omesso sia la spesa pubblica (che, per lo scopo che ci si pone in questo momento possiamo ignorare) sia le esportazioni nette (perché, per ipotesi, siamo in una economia chiusa).

Il modello di Solow ipotizza che ogni individuo risparmi una frazione s del proprio reddito e ne consumi una frazione pari a $(1 - s)$. Possiamo esprimere questo concetto con una semplice funzione di consumo:

$$c = (1 - s)y$$

dove s, il tasso di risparmio, è un numero compreso tra 0 e 1. Si tenga presente che diversi provvedimenti di politica economica possono influenzare il tasso di risparmio di un paese. Il nostro obiettivo è individuare quale sia il tasso di risparmio desiderabile; per il momento, però, prenderemo il tasso di risparmio s come dato.

Per stabilire cosa implica questa funzione di consumo in termini di investimenti, sostituiamo $(1 - s)y$ a c nell'identità contabile del reddito nazionale e otteniamo

$$y = (1 - s)y + i$$

che, riordinando i termini, diventa

$$i = sy$$

Questa equazione mostra che gli investimenti eguagliano il risparmio, come già avevamo dimostrato nel capitolo 3. Dunque il tasso di risparmio s corrisponde alla quota di reddito dedicata agli investimenti.

Abbiamo così introdotto due tra i principali ingredienti del modello di crescita di Solow: la funzione di produzione e la funzione di consumo che descrivono l'economia in ogni dato istante nel tempo. Per ogni dato stock di capitale, k, la funzione di produzione, $y = f(k)$, determina la quantità di prodotto aggregato dell'economia e il tasso di risparmio, s, determina l'allocazione del prodotto aggregato tra consumo e investimenti.

La crescita dello stock di capitale e lo stato stazionario

In ogni dato istante lo stock di capitale è una determinante fondamentale del prodotto dell'economia; ma lo stock di capitale può variare nel tempo e le sue variazioni possono indurre la crescita economica. In particolare, sono due le forze che influenzano lo stock di capitale: investimenti e am-

© 88-08-07773-X

mortamento. Gli *investimenti* sono le spese per nuovi impianti e attrezzature e provocano l'aumento dello stock di capitale; l'*ammortamento* si riferisce al logoramento dei beni capitali in uso e provoca la diminuzione dello stock di capitale. Consideriamo entrambi i fattori separatamente.

Come abbiamo già notato, l'investimento per lavoratore, i, eguaglia sy. Sostituendo a y la funzione di produzione, si può esprimere l'investimento per lavoratore in funzione dello stock di capitale per lavoratore:

$$i = sf(k)$$

L'equazione mette in relazione lo stock di capitale esistente, k, con l'accumulo di nuovo capitale i. La figura 7.2 illustra tale relazione mostrando che, per ogni valore di k, la quantità di prodotto è determinata dalla funzione di produzione, $f(k)$, e che l'allocazione del prodotto tra consumo e investimenti è determinata dal tasso di risparmio, s.

Per includere nel modello l'ammortamento dobbiamo ipotizzare che una certa frazione δ dello stock di capitale si logori ogni anno. Qui δ è il *tasso di ammortamento*. Per esempio, se il capitale dura mediamente 25 anni, il tasso di ammortamento è pari al 4% all'anno ($\delta = 0{,}04$). La quantità di capitale che si logora ogni anno è pari a δk. La figura 7.3 mostra che il livello dell'ammortamento dipende dallo stock di capitale.

Possiamo esprimere l'effetto degli investimenti e dell'ammortamento sullo stock di capitale attraverso l'equazione

$$\begin{array}{ccccc} \text{Variazione dello stock di capitale} & = & \text{Investimenti} & - & \text{Ammortamento} \\ \Delta k & = & i & - & \delta k \end{array}$$

dove Δk è la variazione dello stock di capitale tra un anno e l'altro. Poiché gli investimenti, i, corrispondono a $sf(k)$, possiamo scrivere

$$\Delta k = sf(k) - \delta k$$

Il diagramma rappresentato nella figura 7.4 traccia i termini di questa equazione (investimenti e ammortamento) per diversi livelli dello stock di capitale k: quanto più elevato è lo stock di capitale, tanto più elevato è il livello di prodotto e di investimenti; quanto più elevato è il capitale, tanto più elevato è anche il livello dell'ammortamento.

Come mostra la figura 7.4, c'è un solo livello dello stock di capitale k^* per il quale la quantità di investimenti è uguale alla quantità di ammortamento. Se l'economia si trova a tale livello di stock di capitale, questo non varia nel tempo perché le due forze che agiscono su di lui (investimenti e am-

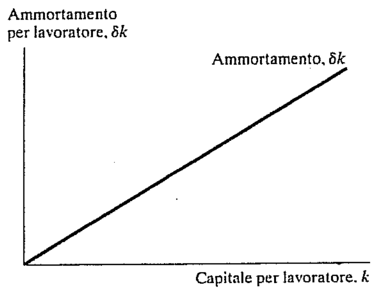

Figura 7.3 **L'ammortamento**
Ogni anno si logora una frazione costan- δ dello stock di cap tale. Perciò il tasso ammortamento è proporzionale allo stock di capitale.

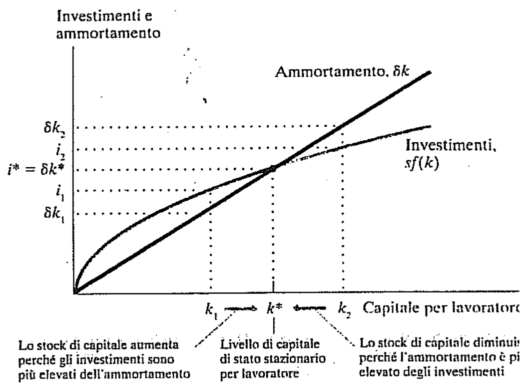

Figura 7.4 **Investimenti, ammortamento e stato stazionario**
Il livello del capital di stato stazionario k^*, è quello per cui gli investimenti eg gliano l'ammortamento, cosicché la quantità di capital rimane costante ne tempo. Al di sotto k^* gli investimenti eccedono l'ammor mento e lo stock d capitale cresce; al d sopra di k^* l'ammo tamento eccede gli investimenti e lo stock di capitale di minuisce.

mortamento) si equilibrano. Questo significa che, per $k = k^*$, $\Delta k = 0$ e, quindi, sia lo stock di capitale, k, sia il prodotto aggregato, $f(k)$, sono stabili nel tempo (invece di aumentare o diminuire). Per questa ragione, chiamiamo k^* il livello di capitale di **stato stazionario**.

Lo stato stazionario è significativo per due ragioni. Come abbiamo appena visto, nello stato stazionario una economia tende a rimanervi. Inoltre, il che è più importante, una economia che non si trova nello stato stazionario vi tende, ovvero, indipendentemente dal livello di capitale di partenza, tende al livello di capitale di stato stazionario. In questo senso, *lo stato stazionario corrisponde all'equilibrio di lungo periodo di ogni economia.*

Per capire perché una economia tenda sempre allo stato stazionario, supponiamo che l'economia parta con uno stock di capitale inferiore a quello di stato stazionario, come il livello rappresentato da k_1 nella figura 7.4. In questo caso il livello del-

© 88-08-07773-X

gli investimenti è superiore a quello dell'ammortamento; con il trascorrere del tempo lo stock di capitale cresce, e continua a crescere, insieme al prodotto $f(k)$ fino a raggiungere il livello di stato stazionario k^*.

Analogamente, supponiamo che l'economia parta con uno stock di capitale superiore a quello di stato stazionario, come il livello k_2: in questo caso gli investimenti sono inferiori all'ammortamento, quindi il capitale si logora più rapidamente di quanto venga sostituito. Lo stock di capitale, con l'andare del tempo, si contrae, avvicinandosi a quello di stato stazionario. Nel momento in cui il capitale raggiunge il livello di stato stazionario, gli investimenti uguagliano l'ammortamento e non c'è alcuna pressione sullo stock di capitale, né nel senso della crescita né in quello della contrazione.

La tendenza allo stato stazionario: un esempio numerico

Ricorriamo ora a un esempio numerico per vedere come funziona il modello di Solow e come l'economia tenda allo stato stazionario. Ipotizziamo, per esempio, che la funzione di produzione sia[2]

$$Y = K^{1/2}L^{1/2}$$

Per derivare la funzione di produzione per lavoratore, $f(k)$, dividiamo entrambi i membri della funzione per la forza lavoro, L:

$$\frac{Y}{L} = \frac{K^{1/2}L^{1/2}}{L}$$

Riordiniamo i termini per ottenere

$$\frac{Y}{L} = \left(\frac{K}{L}\right)^{1/2}$$

ma dato che $y = Y/L$ e $k = K/L$, questo diventa

$$y = k^{1/2}$$

che può essere scritto anche come

$$y = \sqrt{k}$$

In questa forma la funzione di produzione dice che il prodotto per lavoratore è uguale alla radice quadrata della quantità di capitale per lavoratore.

Per completare l'esempio, ipotizziamo che il 30% del prodotto venga risparmiato ($s = 0,3$), che il capitale si logori ogni anno del 10% ($\delta = 0,1$), e che il livello iniziale di capitale per lavoratore nell'economia sia di 4 unità ($k = 4$). Con questi dati possiamo vedere che cosa accade in una economia nel tempo.

[2] Rammentando l'Appendice al capitolo 3, riconoscerete questa funzione di produzione come la funzione di produzione Cobb-Douglas in cui il parametro α è pari a 1/2.

Innanzi tutto esaminiamo la produzione e l'allocazione del prodotto nel primo anno. Secondo la funzione di produzione le 4 unità di capitale per lavoratore producono 2 unità di prodotto per lavoratore. Dato che il 30% del prodotto è risparmiato e investito e il 70% è consumato, $i = 0,6$ e $c = 1,4$. Inoltre, dato che lo stock di capitale si logora del 10% all'anno, $\delta k = 0,4$. Con investimenti a 0,6 e ammortamento a 0,4, la variazione dello stock di capitale tra il primo e il secondo anno è $\Delta k = 0,2$. Nel secondo anno, quindi, l'economia disporrà di 4,2 unità di capitale per lavoratore.

La tabella 7.2 mostra l'evoluzione dell'economia anno per anno: ogni anno si accumula nuovo capitale e il prodotto aumenta. Con il trascorrere del tempo, l'economia tende allo stato stazionario, rappresentato da un livello di capitale di 9 unità. Raggiunto lo stato stazionario, un investimento di 0,9 unità all'anno compensa esattamente un ammortamento di 0,9, così che lo stock di capitale e il prodotto rimangono costanti.

Seguire i progressi dell'economia è uno dei possibili modi per trovare lo stock di capitale di stato stazionario. Un modo alternativo richiede il ricorso al calcolo algebrico. Rammentiamo che

$$\Delta k = sf(k) - \delta k$$

Questa equazione mostra l'evoluzione di k nel tempo. Ma, dato che lo stato stazionario è, per definizione, il valore di k per il quale $\Delta k = 0$, possiamo scrivere che

$$0 = sf(k^*) - \delta k^*$$

ovvero che

$$\frac{k^*}{f(k^*)} = \frac{s}{\delta}$$

Questa equazione ci offre la possibilità di trovare il valore dello stock di capitale di stato stazionario: sostituendo i valori rilevati nell'economia per i parametri e la funzione di produzione otteniamo

$$\frac{k^*}{\sqrt{k^*}} = \frac{0,3}{0,1}$$

Elevando entrambi i membri al quadrato si ottiene

$$k^* = 9$$

Lo stock di capitale di stato stazionario è dunque pari a 9 unità per lavoratore. Il risultato conferma i calcoli della tabella 7.2.

© 88-08-07773-X

Tabella 7.2 La tendenza allo stato stazionario: un esempio numerico

Ipotesi: $y = \sqrt{k}$; $s = 0,3$; $\delta = 0,1$; k iniziale $= 4,0$

Anno	k	y	c	i	δk	Δk
1	4,000	2,000	1,400	0,600	0,400	0,2
2	4,200	2,049	1,435	0,615	0,420	0,1
3	4,395	2,096	1,467	0,629	0,440	0,1
4	4,584	2,141	1,499	0,642	0,458	0,1
5	4,768	2,184	1,529	0,655	0,477	0,1
⋮						
10	5,602	2,367	1,657	0,710	0,560	0,1
⋮						
25	7,321	2,706	1,894	0,812	0,732	0,0
⋮						
100	8,962	2,994	2,096	0,898	0,896	0,0
⋮						
∞	9,000	3,000	2,100	0,900	0,900	0,0

IL MIRACOLO DELLA CRESCITA GIAPPONESE E TEDESCA

ANALISI DI UN CASO

Il Giappone e la Germania postbellica sono due casi esemplari di crescita economica. Nel 1945 le economie di questi due paesi, oggi tra le prime del mondo, erano annientate: la seconda guerra mondiale aveva distrutto buona parte del loro stock di capitale. Ciò nonostante, nei decenni successivi la cessazione del conflitto i due paesi sperimentarono i tassi di crescita più elevati registrati in tutto il mondo: tra il 1948 e il 1972 il prodotto pro capite è cresciuto mediamente dell'8,2% all'anno in Giappone e del 5,7% in Germania; negli Stati Uniti, nel medesimo periodo, la crescita è stata solo del 2,2% in media all'anno.

La crescita economica postbellica di Giappone e Germania è così stupefacente, dal punto di vista del modello di Solow? Immaginiamo una economia in stato stazionario. Una guerra distrugge buona parte del suo stock di capitale (in termini grafici, lo stock di capitale passa da k^* a k_1 nella figura 7.4). Il livello del prodotto aggregato diminuisce bruscamente. Ma se il tasso di risparmio (ovvero la frazione del prodotto dedicata al risparmio e agli investimenti) non cambia, l'economia sperimenterà un periodo di forte crescita: il prodotto cresce perché, per bassi livelli dello stock di capitale, gli investimenti aggiungono più capitale di quanto l'ammortamento ne logori. La forte crescita continua finché l'economia si avvicina allo stato stazionario. La distruzione di una parte dello stock di capitale, dunque, sebbene riduca immediatamente il prodotto aggregato, genera una crescita sostenuta. In Giappone e in Germania il «miracolo economico», come viene spesso definito dalla stampa, è esattamente ciò che il modello di Solow prevede per i paesi in cui un evento traumatico, come una guerra, riduce drasticamente lo stock di capitale.

Gli effetti del risparmio sulla crescita

La spiegazione della crescita giapponese e tedesca dopo la seconda guerra mondiale non è così semplice come la precedente analisi sembrerebbe suggerire. Un altro elemento rilevante è il fatto che giapponesi e tedeschi risparmiano e investono una quota del reddito aggregato più elevata rispetto agli statunitensi. Per capire meglio le ragioni delle differenze nella crescita economica di paesi diversi, dobbiamo considerare anche gli effetti di saggi di risparmio diversi.

Vediamo cosa accade in una economia se il tasso di risparmio aumenta. La figura 7.5 illustra tale cambiamento. Si ipotizza che l'economia si trovi, nel momento iniziale, nello stato stazionario, con un tasso di risparmio s_1 e uno stock di capitale k_1^*. Quando il tasso di risparmio aumenta da s_1 a s_2, la curva $sf(k)$ si sposta verso l'alto. Per il tasso di risparmio iniziale s_1 e lo stock di capitale iniziale k_1^*, la quantità di investimenti compensa esattamente l'ammontare dell'ammortamento; nel momento in cui il tasso di risparmio sale, gli investi-

© 88-08-07773-X

menti aumentano, ma stock di capitale e ammortamento rimangono invariati. Gli investimenti dunque eccedono gli ammortamenti; così lo stock di capitale crescerà progressivamente fino a raggiungere il nuovo stato stazionario, k_2^*, nel qual caso sia il livello di prodotto aggregato sia lo stock di capitale sono maggiori rispetto al vecchio stato stazionario.

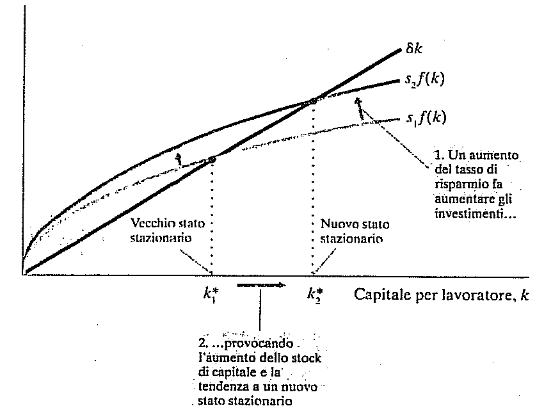

Figura 7.5 **Un aumento del tasso di risparmio**
Un aumento del tasso di risparmio s implica che la quantità di investimenti per ogni dato stock di capitale è più elevata; in conseguenza, la funzione di investimento si sposta verso l'alto. Allo stato stazionario iniziale k_1^* gli investimenti superano gli ammortamenti; così, lo stock di capitale aumenta fino a quando l'economia raggiunge un nuovo stato stazionario k_2^*, con livelli di capitale e di prodotto aggregato più elevati.

Secondo il modello di Solow il tasso di risparmio è una determinante fondamentale dello stock di capitale di stato stazionario. *Se il tasso di risparmio è elevato, l'economia ha uno stock di capitale e un livello di prodotto aggregato più elevati; se il tasso di risparmio è contenuto, stock di capitale e prodotto aggregato sono più bassi.* Questa conclusione getta una nuova luce su molte discussioni relative alla politica fiscale. Come abbiamo visto nel capitolo 3, il deficit del bilancio dello Stato può ridurre il risparmio nazionale e spiazzare gli investimenti; ora siamo in grado di valutarne le conseguenze nel lungo periodo: uno stock di capitale inferiore e un livello inferiore di reddito nazionale. Per questa ragione molti economisti esprimono una posizione critica nei confronti di deficit di bilancio persistenti.

Cosa ci dice il modello di Solow sul rapporto tra risparmio e crescita economica? Nel modello di Solow un aumento del tasso di risparmio porta a un'accelerazione della crescita, ma solo temporanea, fino al momento in cui l'economia raggiunge nuovamente lo stato stazionario. Quindi, una economia che ha un elevato tasso di risparmio, avrà stock di capitale e livello di prodotto aggregato elevati, ma non necessariamente una crescita elevata.

Ora che conosciamo gli effetti del tasso di risparmio sulla crescita economica, siamo in grado di dare una spiegazione più esauriente allo straordinario andamento economico di Giappone e Germania nel dopoguerra: non solo il loro stock di capitale era basso per effetto della guerra, ma il loro stock di capitale di stato stazionario era elevato a causa del loro elevato tasso di risparmio. La somma di questi due fattori spiega la rapida crescita dei due paesi negli anni 1950-1960.

ANALISI DI UN CASO

RISPARMIO E INVESTIMENTI NEL MONDO

Abbiamo iniziato questo capitolo ponendoci una domanda importante: perché alcuni paesi sono ricchi, mentre altri sembrano condannati alla povertà? La nostra analisi ci ha condotto di un passo più vicini alla risposta. Secondo il modello di Solow, se una nazione dedica una quota elevata del proprio reddito a risparmio e investimenti, ha uno stock di capitale di stato stazionario e un livello di prodotto aggregato più elevati; le nazioni che risparmiano e investono poco, invece, hanno stock di capitale di stato stazionario e livello di prodotto aggregato più modesti.

Prendiamo ora in considerazione alcuni dati per vedere se i risultati teorici reggono alla prova dei fatti e sono in grado di contribuire alla spiegazione dell'ampia variabilità del tenore di vita nel mondo. La figura 7.6 è un diagramma a dispersione in cui sono raccolti dati relativi a 84 paesi, rilevati nel 1992. Nel diagramma sono inclusi i dati relativi alle più importanti economie mondiali, con l'esclusione dei paesi governati da un regime comunista e quelli produttori di petrolio, dato che la loro situazione dipende da queste speciali circostanze. I dati mostrano con evidenza una relazio-

© 88-08-07773-X

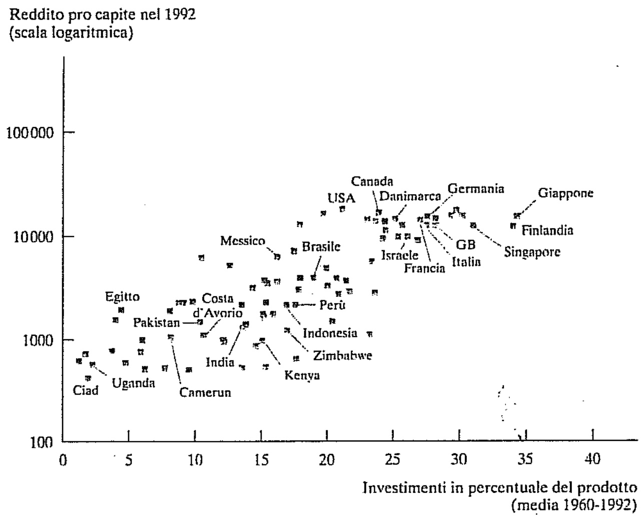

Figura 7.6 **Dati internazionali su tassi di investimento e reddito pro capite**
Questo grafico a dispersione illustra l'esperienza di 84 paesi, ciascuno dei quali è rappresentato da un punto. Sull'asse orizzontale si misura il tasso di investimento di ciascun paese e sull'asse verticale il reddito pro capite. Investimenti elevati sono normalmente associati a elevato reddito pro capite, come prevede il modello di Solow.
Fonte: Robert Summers e Alan Heston, Supplement (Mark 5.6) a «The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons 1950-1988», *Quarterly Journal of Economics* (maggio 1991), pp. 327-368.

ne positiva tra la quota di reddito dedicata al risparmio e il livello di reddito pro capite: i paesi con elevati tassi di investimento, come gli Stati Uniti o il Giappone, normalmente hanno redditi elevati, mentre paesi con bassi tassi di investimento, come Uganda e Ciad, hanno redditi bassi. Dunque, i dati reali sono coerenti con le previsioni del modello di Solow, secondo cui il tasso di investimento è una determinante fondamentale della ricchezza o della povertà di una nazione.

La forte correlazione rivelata da questa figura è importante, ma pone più questioni di quante ne risolva. Viene spontaneo chiedersi perché i tassi di risparmio e di investimento siano così diversi da un paese e all'altro. Ci sono molte possibili risposte a questa domanda: normativa fiscale, sistema pensionistico, sviluppo dei mercati finanziari e differenze culturali. Inoltre, la stabilità politica potrebbe avere un ruolo: non sorprendentemente, i tassi di risparmio e di investimento tendono a essere più bassi nei paesi in cui si verificano frequentemente conflitti, rivoluzioni e colpi di Stato. Risparmio e investimenti tendono a essere bassi anche nei paesi in cui le istituzioni politiche sono fragili, come indicano le stime sulla corruzione dei pubblici funzionari. Un'ultima interpretazione di quanto evidenziato dalla figura 7.6 è il rapporto causale inverso: forse elevati livelli di reddito stimolano saggi più elevati di risparmio e di investimento. Sfortunatamente gli economisti non sono unanimi nell'indicare quale tra queste possibili spiegazioni sia la più importante.

L'associazione tra tassi di investimento e reddito pro capite è forte, ed è importante perché aiuta a capire perché alcuni paesi sono ricchi e altri poveri, ma non esaurisce l'argomento. La relazione tra le due variabili è ben lontana dall'essere perfetta. Per esempio, il Messico e lo Zimbabwe hanno tassi di investimento simili, ma il reddito pro capite del Messico è tre volte più elevato di quello del paese africano. Ci devono essere anche altre determinanti del tenore di vita, oltre a risparmio e investimenti. Per questa ragione torneremo a esaminare le differenze tra i diversi paesi, per vedere quali altre variabili possono dare un contributo.

© 88-08-07773-X

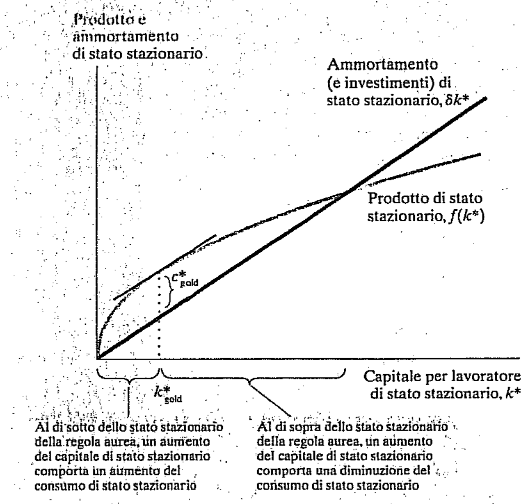

Figura 7.7 Il consumo di stato stazionario
Il prodotto di una economia può essere consumato o investito. Nello stato stazionario gli investimenti eguagliano l'ammortamento, quindi il consumo di stato stazionario è uguale alla differenza tra il prodotto, $f(k^*)$, e l'ammortamento, δk^*. Il consumo di stato stazionario si massimizza nello stato stazionario della regola aurea. Il livello di capitale della regola aurea è denominato k^*_{gold} e il livello di consumo della regola aurea c^*_{gold}.

7.2 Il livello di capitale della regola aurea

Finora abbiamo utilizzato il modello di Solow per analizzare come il tasso di risparmio e gli investimenti di una economia determinino lo stock di capitale di stato stazionario e il reddito. Tale analisi potrebbe farci giungere alla conclusione che un maggiore risparmio è un fatto positivo, poiché genera sempre maggiore reddito. Ma supponiamo che, paradossalmente, una nazione abbia un tasso di risparmio del 100%: questo la porterebbe ad avere lo stock di capitale e il reddito più elevati possibile; ma se tutto il reddito viene risparmiato e nulla consumato, cosa c'è di buono in tutto questo?

In questo paragrafo useremo il modello di Solow per stabilire quale sia la quantità ottimale di accumulazione di capitale, dal punto di vista del benessere economico. Nel prossimo capitolo discuteremo di come le decisioni di politica economica possono influenzare il tasso di risparmio; ma prima dobbiamo analizzare la teoria che sottende tali decisioni.

Il confronto tra stati stazionari

Per semplificare la nostra analisi, ipotizziamo che il governo possa fissare il tasso di risparmio dell'economia a qualunque livello desideri attraverso provvedimenti di politica economica; determinando il tasso di risparmio, il governo determina automaticamente lo stato stazionario dell'economia; ma quale stato stazionario scegliere?

Nella scelta di uno stato stazionario l'obiettivo dei governanti è la massimizzazione del benessere per gli individui che fanno parte della società: gli individui non sono interessati alla quantità di capitale disponibile nell'economia, e neppure all'ammontare della produzione; ciò che loro importa è la quantità di beni e servizi che possono consumare. Dunque un buon governante sceglierà lo stato stazionario in cui è massimo il consumo; il valore di k di stato stazionario che massimizza il consumo è detto **livello di capitale della regola aurea**, e viene normalmente indicato con k^*_{gold}.[3]

Come è possibile stabilire se una economia si trova al livello di capitale della regola aurea? Per rispondere a questa domanda, dobbiamo prima determinare il consumo di stato stazionario per lavoratore e, a quel punto, potremo stabilire quale stato stazionario massimizza il consumo.

Per trovare il consumo di stato stazionario per lavoratore, partiamo dall'identità contabile del reddito nazionale

$$y = c + i$$

riscrivendola come

$$c = y - i$$

Il consumo non è altro che la differenza tra prodotto e investimenti. Dato che vogliamo individuare il consumo di stato stazionario, sostituiamo nell'equazione i valori di stato stazionario di prodotto e investimenti. Nello stato stazionario il prodotto per lavoratore è dato da $f(k^*)$, dove k^* è lo stock di capitale per lavoratore di stato stazionario. Nello stato stazionario, poi, gli investimenti compensano esattamente gli ammortamenti δk^*. Sostituendo $f(k^*)$ a y e δk^* a i, possiamo scrivere che il consumo per lavoratore di stato stazionario è

$$c^* = f(k^*) - \delta k^*.$$

Secondo questa equazione, dunque, il consumo di stato stazionario è ciò che rimane della produzione di stato stazionario dopo aver pagato gli ammortamenti. Questa equazione mostra anche che un aumento del capitale di stato stazionario ha un effetto duplice e contraddittorio sul consumo di stato stazionario: da una parte, più capitale significa più prodotto; dall'altra più capitale significa anche che una quota maggiore di prodotto deve essere destinata alla sostituzione del capitale logorato dall'uso.

[3] Edmund Phelps, «The Golden Rule of Accumulation: A Fable for Growthmen», *American Economic Review* 51 (settembre 1961), pp. 638-643.

© 88-08-07773-X

La figura 7.7 traccia il diagramma del prodotto di stato stazionario e dell'ammortamento di stato stazionario come funzione dello stock di capitale di stato stazionario. Il consumo di stato stazionario è la distanza che separa le due curve; nel grafico è evidenziato il punto in cui il livello dello stock di capitale (il livello del capitale della regola aurea k^*_{gold}) garantisce la massimizzazione del consumo.

Nel mettere a confronto diversi stati stazionari, dobbiamo tenere ben presente che diversi livelli di stock di capitale hanno effetto sia sul prodotto sia sugli ammortamenti: se lo stock di capitale è al di sotto del livello della regola aurea, un suo aumento fa aumentare il prodotto in misura maggiore degli ammortamenti e, quindi, innalza il consumo; in questo caso la funzione di produzione ha pendenza più ripida di quella della retta δk^* e perciò la distanza tra le due curve – pari al consumo – aumenta all'aumentare di k^*; al contrario, se lo stock di capitale è al di sopra di tale livello, la pendenza della curva di produzione è più piatta di quella di δk^* e perciò la distanza tra le due curve diminuisce all'aumentare di k^*. Al livello di capitale della regola aurea la funzione di produzione e δk^* hanno la medesima pendenza e il consumo è al livello massimo.

Ora possiamo derivare una semplice condizione che caratterizza il livello di capitale della regola aurea. Rammentando che la pendenza della funzione di produzione corrisponde al prodotto marginale del capitale PMK e che la pendenza della curva dell'ammortamento è pari a δ, la regola aurea può essere descritta dall'equazione

$$PMK = \delta$$

Al livello della regola aurea il prodotto marginale del capitale eguaglia il tasso di ammortamento.

Per giungere alla medesima conclusione da un punto di partenza leggermente diverso, supponiamo che l'economia disponga di uno stock di capitale di stato stazionario k^* e che il governo stia considerando l'ipotesi di aumentare lo stock di capitale a $k^* + 1$; la quantità di prodotto aggregato aggiuntivo che si può ottenere da tale aumento dello stock di capitale è $f(k^* + 1) - f(k^*)$, pari al prodotto marginale del capitale PMK. La quantità aggiuntiva di ammortamento generata dall'aumento dello stock di capitale è pari al tasso di ammortamento δ. Dunque l'effetto netto dell'aumento unitario dello stock di capitale di stato stazionario è pari a $PMK - \delta$. Se $PMK - \delta > 0$, un aumento del capitale genera un aumento del consumo, quindi k^* deve essere al di sotto del livello della regola aurea; se $PMK - \delta < 0$, un aumento del capitale genera una diminuzione del consumo, quindi k^* deve essere al di sopra del livello della regola aurea. Dunque la regola aurea può essere descritta dalla seguente condizione:

$$PMK - \delta = 0$$

Per il livello di capitale della regola aurea il prodotto marginale del capitale al netto dell'ammortamento ($PMK - \delta$) è pari a zero; come vedremo, i governi possono utilizzare questa condizione per individuare il livello di capitale della regola aurea in qualunque economia.[4]

Si rammenti che l'economia non tende allo stato stazionario che corrisponde alla regola aurea: se desideriamo raggiungere uno stock di capitale di stato stazionario specifico (per esempio, quello della regola aurea), dobbiamo perseguire un tasso di risparmio in grado di sostenerlo. La figura 7.8 mostra lo stato stazionario nel caso in cui il tasso di risparmio sia stato fissato in modo da produrre il livello di capitale della regola aurea. Se il tasso di risparmio è superiore a quello utilizzato per questo grafico, lo stock di capitale di stato stazionario sarà troppo elevato; se il tasso di risparmio è inferiore, lo stock di capitale di stato stazionario sarà troppo basso. In entrambi i casi il consumo di stato stazionario sarebbe più basso di quello corrispondente allo stato stazionario della regola aurea.

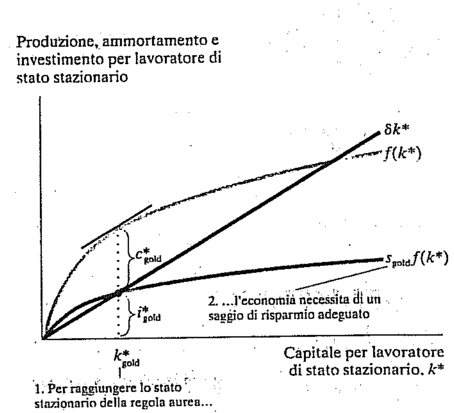

Figura 7.8 Il tasso di risparmio e la regola aurea
C'è un unico tasso risparmio che gene lo stock di capitale della regola aurea k^*_{gold}. Qualunque cambiamento del tasso di risparmio farebbe spostare la curva $sf(k^*)$, spostando l'economia uno stato stazionai con un livello di cc sumo inferiore.

Individuare lo stato stazionario della regola aurea: un esempio numerico

Prendiamo in considerazione la decisione che un governo deve affrontare per scegliere uno stato stazionario per una economia dotata delle caratteristiche specificate qui di seguito. La funzione di pro-

[4] *Nota matemat* Un altro modo per tenere la condizi della regola aurea correre all'algebra rammenti che c $f(k^*) - \delta k^*$. Per vare il valore di k^* massimizza c^*, si c vi l'equazione in m da trovare dc^*/dk $f'(k^*) - \delta$ e pon valore della deriv uguale a zero. D che $f'(k^*)$ corrisp de al prodotto ma nale del capitale, s tiene la condizi della regola au esposta nel testo.

© 88-08-07773-X

Tabella 7.3 Individuare lo stato stazionario della regola aurea: un esempio numerico

Ipotesi: $y = \sqrt{k}$; $\delta = 0{,}1$

s	k^*	y^*	δk^*	c^*	*PMK*	*PMK* – δ
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	∞	∞
0,1	1,0	1,0	0,1	0,9	0,500	0,400
0,2	4,0	2,0	0,4	1,6	0,250	0,150
0,3	9,0	3,0	0,9	2,1	0,167	0,067
0,4	16,0	4,0	1,6	2,4	0,125	0,025
0,5	25,0	5,0	2,5	2,5	0,100	0,000
0.6	36,0	6,0	3,6	2,4	0,083	–0,017
0,7	49,0	7,0	4,9	2,1	0,071	–0,029
0,8	64,0	8,0	6,4	1,6	0,062	–0,038
0,9	81,0	9,0	8,1	0,9	0,056	–0,044
1,0	100,0	10,0	10,0	0,0	0,050	–0,050

duzione è la medesima del nostro esempio precedente:

$$y = \sqrt{k}$$

Il prodotto per lavoratore è pari alla radice quadrata del capitale per lavoratore. Il tasso di ammortamento, δ, è ancora pari al 10% del capitale. Questa volta il governo può determinare il tasso di risparmio, s, e quindi lo stato stazionario in cui si colloca l'economia.

Per stabilire quali siano le alternative a disposizione del governo, rammentiamo che nello stato stazionario è valida la seguente equazione:

$$\frac{k^*}{f(k^*)} = \frac{s}{\delta}$$

In questa economia, data la funzione di produzione, l'equazione diventa

$$\frac{k^*}{\sqrt{k^*}} = \frac{s}{0{,}1}$$

Elevando al quadrato entrambi i membri dell'equazione, risolviamo rispetto allo stock di capitale di stato stazionario e troviamo:

$$k^* = 100s^2$$

Utilizzando questo risultato, possiamo calcolare lo stock di capitale di stato stazionario per qualsiasi tasso di risparmio.

La tabella 7.3 illustra i calcoli relativi a diversi possibili stati stazionari dell'economia. Notiamo che a un più elevato tasso di risparmio corrisponde un più elevato stock di capitale, il quale, a sua volta, indica un più elevato livello di produzione

[5] *Nota matematica.* Per ricavare questa formula si noti che il prodotto marginale del capitale è la derivata della funzione di produzione rispet-

nario, pari alla differenza tra produzione e ammortamento, dapprima aumenta all'aumentare del tasso di risparmio, poi diminuisce progressivamente. Il consumo raggiunge il suo valore massimo per un tasso di risparmio di 0,5. Dunque, a un tasso di risparmio di 0,5 corrisponde lo stato stazionario della regola aurea.

Rammentiamo che un altro modo per identificare lo stato stazionario della regola aurea è individuare lo stock di capitale per il quale il prodotto marginale netto del capitale (*PMK* – δ) è pari a zero. Per la nostra funzione di produzione il prodotto marginale del capitale è[5]

$$PMK = \frac{1}{2\sqrt{k}}$$

Le ultime due colonne della tabella 7.3 utilizzano questa formula per calcolare il valore di *PMK* e di *PMK* – δ per diversi possibili stati stazionari. Si noti che il prodotto marginale netto del capitale è pari a zero in corrispondenza del tasso di risparmio della regola aurea, pari a 0,5: poiché il prodotto marginale è decrescente, il prodotto marginale netto dell'economia è maggiore di zero quando l'economia risparmia una parte di prodotto inferiore a questa, ed è negativo quando l'economia risparmia di più.

L'esempio numerico conferma che le due diverse modalità per individuare lo stato stazionario della regola aurea (prendendo in considerazione il consumo di stato stazionario oppure il prodotto marginale del capitale) danno la medesima risposta. Se volessimo sapere se in questo momento una economia dispone dello stock di capitale di stato stazionario pari, al di sopra o al di sotto del livello della regola aurea, il secondo metodo di solito è più efficace, perché è più facile elaborare stime sul

© 88-08-07773-X

prodotto marginale del capitale. Viceversa, valutare una economia sulla base del secondo metodo richiede di stimare il consumo di stato stazionario a diversi tassi di risparmio: un'informazione molto difficile da ottenere. Così, quando, nel corso del prossimo capitolo, applicheremo questo genere di analisi a una economia reale, come quella degli Stati Uniti, ci saranno molto utili le stime sul prodotto marginale del capitale.

La transizione allo stato stazionario della regola aurea

Rendiamo ora più realistico il problema che il governo della nostra ipotetica economia deve affrontare. Fin qui abbiamo ipotizzato che il governo possa semplicemente scegliere uno dei possibili stati stazionari dell'economia e collocarvisi immediatamente. In questo caso il governo sceglierebbe lo stato stazionario a cui corrisponde il massimo livello di consumo: lo stato stazionario della regola aurea. Supponiamo ora che l'economia si trovi in uno stato stazionario diverso da quello della regola aurea: cosa accade ai consumi, agli investimenti e al capitale, mentre l'economia compie la transizione tra i due stati stazionari? Gli effetti della transizione potrebbero dissuadere il governo dal tentativo di perseguire la regola aurea?

Dobbiamo considerare due casi: l'economia potrebbe partire da uno stock di capitale superiore a quello della regola aurea, o da un livello inferiore. Scopriremo come i due casi presentino problematiche diverse dal punto di vista del governo; e vedremo anche come il secondo caso (cioè con uno stock di capitale insufficiente) rappresenti la situazione della maggior parte delle economie reali, inclusa quella degli Stati Uniti.

Iniziare con troppo capitale Prenderemo in considerazione per primo il caso di una economia che si trovi in uno stato stazionario in cui lo stock di capitale è superiore a quello che si determinerebbe nello stato stazionario della regola aurea. In tal caso il governo dovrebbe perseguire una politica mirata alla riduzione del tasso di risparmio per far contrarre lo stock di capitale. Supponiamo che i provvedimenti configurati dal governo abbiano successo e che in un dato momento – che chiameremo t_0 – il tasso di risparmio diminuisca al livello che conduce allo stato stazionario della regola aurea.

La figura 7.9 mostra cosa accade alla produzione, al consumo e agli investimenti quando il tasso di risparmio diminuisce; la riduzione del tasso di risparmio provoca un immediato aumento dei consumi e una corrispondente diminuzione

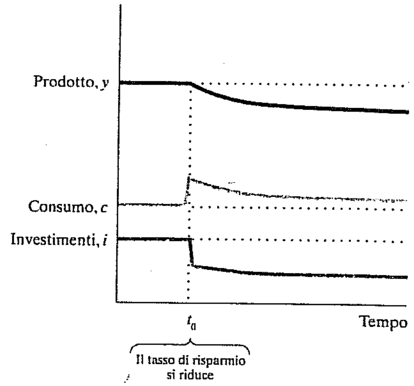

Figura 7.9 Una riduzione del tasso di risparmio quando in partenza il capitale è a un livello superiore a quello di stato stazionario della regola aurea Il grafico mostra cosa accade, nel tempo, al prodotto, al consumo e agli investimenti quando l'economia dispone in partenza di capitale in misura eccessiva rispetto a quella della regola aurea e il tasso di risparmio viene ridotto. La riduzione del tasso di risparmio (al tempo t_0) provoca un immediato aumento dei consumi e una contrazione corrispondente degli investimenti. Con il passare del tempo, in conseguenza della diminuzione dello stock di capitale, il prodotto, il consumo e gli investimenti diminuiscono. Ma, dato l'eccesso iniziale di capitale, nel nuovo stato stazionario l'economia ha un livello di consumi più elevato che nello stato stazionario iniziale.

degli investimenti. Nel momento iniziale, trovandosi l'economia in uno stato stazionario, gli investimenti erano uguali agli ammortamenti; ora, gli investimenti sono inferiori agli ammortamenti e l'economia non si trova più in stato stazionario: gradualmente, lo stock di capitale diminuisce, portando a una riduzione della produzione, del consumo e degli investimenti. I valori di queste variabili continuano a diminuire fino al momento in cui l'economia raggiunge un nuovo stato stazionario. Dato che, per ipotesi, il nuovo stato stazionario corrisponde a quello della regola aurea, i consumi saranno superiori al livello di partenza, sebbene produzione e investimenti risultino più bassi.

Si noti che, rispetto allo stato stazionario precedente, il livello dei consumi è superiore, non solo al termine della transizione, ma anche durante tutto il processo. Se il livello di capitale è superiore a quello della regola aurea, una politica economica volta a ridurre il tasso di risparmio è sicuramente popolare, dato che permette un livello di consumi superiore a quello iniziale in qualunque momento.

Iniziare con troppo poco capitale Se invece l'economia, nel momento iniziale, si trova con uno stock di capitale inferiore a quello di stato stazionario della regola aurea, il governo deve far aumentare il tasso di risparmio per accumulare capitale fino a raggiungere la regola aurea. La figura 7.10 illustra ciò che accade. Un aumento del tasso di risparmio al tempo t_0 induce una caduta immediata del consumo e un corrispondente aumento degli investimenti. Con il passare del tem-

88-08-07773-X

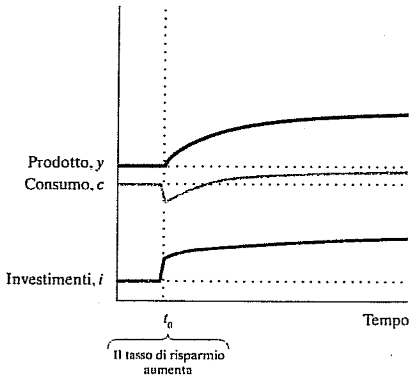

Figura 7.10 Un aumento del tasso di risparmio quando in partenza il capitale è a un livello inferiore a quello di stato stazionario della regola aurea
Il grafico mostra cosa accade, nel tempo, al prodotto, al consumo e agli investimenti quando l'economia dispone in partenza di capitale in misura inferiore a quello della regola aurea e il tasso di risparmio viene aumentato. L'aumento del tasso di risparmio (al tempo t_0) provoca un'immediata diminuzione del consumo e un aumento corrispondente degli investimenti. Con il passare del tempo, in conseguenza dell'aumento dello stock di capitale, prodotto, consumo e investimenti aumentano. Poiché inizialmente il capitale era inferiore a quello della regola aurea, nel nuovo stato stazionario, l'economia raggiunge un livello di consumi più elevato che nello stato stazionario iniziale.

stock di capitale. Con l'accumulazione di capitale, prodotto, consumo e investimenti aumentano progressivamente, fino a raggiungere un nuovo stato stazionario. Dato che, per ipotesi, il nuovo stato stazionario corrisponde a quello della regola aurea, i consumi saranno più elevati del livello di partenza.

L'aumento del risparmio che permette di raggiungere lo stato stazionario della regola aurea provoca un aumento del benessere economico? In realtà sì, poiché il livello di consumi di stato stazionario è più elevato. Ma il raggiungimento del nuovo stato stazionario impone un periodo iniziale di riduzione del consumo. Si noti il contrasto con il caso in cui inizialmente l'economia dispone di uno stock di capitale più elevato di quello della regola aurea: *quando l'economia parte da una situazione iniziale al di sopra della regola aurea, raggiungere la regola aurea provoca un aumento del consumo durante tutto il processo; quando l'economia parte da una situazione iniziale al di sotto della regola aurea, raggiungere la regola aurea richiede una iniziale riduzione del consumo per aumentare il consumo nel futuro.*

Nel decidere se perseguire il raggiungimento dello stato stazionario della regola aurea, il governo deve tenere conto del fatto che i consumatori di oggi e quelli di domani non sempre sono le medesime persone. Il raggiungimento dello stato stazionario della regola aurea porta a un livello più elevato di consumi di stato stazionario e di ciò beneficiano le generazioni future. Ma se l'economia parte da una situazione iniziale al di sotto di quella della regola aurea, raggiungere la regola aurea richiede maggiori investimenti e quindi riduzione del consumo per le generazioni attuali. Dunque, nel decidere se incentivare l'accumulazione di capitale, il governo deve scegliere per il benessere di generazioni diverse. Un governo interessato più alle generazioni attuali che a quelle future potrebbe decidere di non perseguire il raggiungimento dello stato stazionario della regola aurea; viceversa, un governo preoccupato più del benessere delle generazioni future cercherà di raggiungere lo stato stazionario della regola aurea. Anche se le generazioni attuali consumeranno meno, un numero infinito di generazioni future trarrà beneficio dall'aver raggiunto lo stato stazionario della regola aurea.

L'accumulazione ottimale di capitale dipende dunque, fondamentalmente, dal peso attribuito agli interessi delle generazioni attuali e di quelle future. La regola aurea della Bibbia dice: «fa' agli altri ciò che vorresti fosse fatto a te stesso». Se seguissimo questo consiglio, attribuiremmo a tutte le generazioni il medesimo peso. In questo caso la scelta ottimale sarebbe quella di raggiungere il livello di capitale della regola aurea, che non a caso si chiama «regola aurea».

7.3 La crescita della popolazione

Il modello di Solow semplificato mostra che, di per sé, l'accumulazione di capitale non può spiegare una crescita economica sostenuta e duratura: tassi di risparmio più elevati portano a una temporanea maggiore crescita, ma l'economia tende comunque a raggiungere uno stato stazionario in cui il capitale e la produzione sono costanti. Per spiegare la crescita duratura che osserviamo in molte aree del mondo, dobbiamo espandere il modello di Solow, incorporandovi altri due elementi che stimolano la crescita economica: l'aumento della popolazione e l'innovazione tecnologica. In questo paragrafo procediamo a integrare nel modello la crescita della popolazione.

Invece di ipotizzare che la popolazione sia fissa, come abbiamo fatto nei paragrafi 7.1 e 7.2, ipotizziamo ora che la popolazione e la forza lavoro crescano a un tasso costante, n. Per esempio, la popolazione degli Stati Uniti aumenta circa dell'1% all'anno, per cui $n = 0{,}01$. Questo significa che se un anno la forza lavoro è costituita da 150 milioni di individui, l'anno seguente sarà di 151,5 milioni (1,01 × 150) e di 153,015 milioni il terzo anno (1,01 × 151,5), e così via.

Lo stato stazionario con popolazione in crescita

In che modo la crescita della popolazione influen-

88-08-07773-X

za lo stato stazionario? Per rispondere a questa domanda dobbiamo stabilire come la crescita della popolazione, interagendo con investimenti e ammortamenti, influenzi l'accumulazione di capitale per lavoratore. Come abbiamo notato in precedenza, gli investimenti aumentano lo stock di capitale e gli ammortamenti lo diminuiscono. Ora introduciamo una terza forza che agisce per modificare la quantità di capitale per lavoratore: l'aumento del numero di lavoratori provoca la diminuzione della quantità di capitale per lavoratore.

Continuiamo a utilizzare le lettere minuscole per indicare le quantità per lavoratore, per cui $k = K/L$ è il capitale per lavoratore e $y = Y/L$ è la produzione per lavoratore; teniamo comunque a mente che il numero di lavoratori varia nel tempo.

La variazione dello stock di capitale per lavoratore è uguale a

$$\Delta k = i - (\delta + n)k$$

Questa equazione mostra che investimenti, ammortamenti e crescita della popolazione influenzano lo stock di capitale per lavoratore. Gli investimenti fanno aumentare k, mentre ammortamenti e crescita della popolazione fanno diminuire k. Nei paragrafi precedenti di questo capitolo abbiamo preso in considerazione questa stessa equazione, nel caso particolare in cui la popolazione è costante ($n = 0$).

Il termine $(\delta + n)k$, cioè la quantità di investimenti necessaria per mantenere costante la quantità di capitale per lavoratore, denota gli *investimenti di sviluppo uniforme*. Gli investimenti di sviluppo uniforme includono l'ammortamento del capitale esistente, che eguaglia δk, ma anche la quantità di investimenti necessaria per dotare ogni nuovo lavoratore di capitale. L'ammontare di investimenti necessario a tale scopo è nk, perché n sono i nuovi lavoratori che entrano nella forza lavoro ogni anno e k è lo stock di capitale per ciascun lavoratore. L'equazione mostra che la crescita della popolazione riduce l'accumulazione di capitale per lavoratore esattamente come gli ammortamenti: gli ammortamenti riducono k in misura dell'usura del capitale dovuta all'utilizzo, mentre la crescita della popolazione lo fa diluendo un dato stock di capitale su una popolazione di lavoratori più vasta.[6]

La nostra analisi della crescita della popolazione procede come quelle sviluppate in precedenza: dapprima sostituiamo $sf(k)$ a i, riscrivendo l'equazione come

$$\Delta k = sf(k) - (\delta + n)k$$

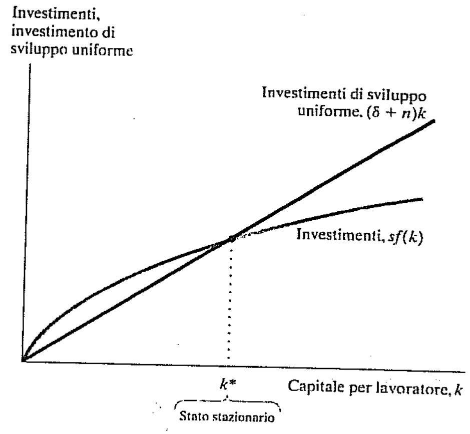

Figura 7.11 La crescita della popolazione nel modello di Solow
Come l'ammortamento, la crescita della popolazione è una causa della riduzione dello stock di capitale per lavoratore. Se n è il tasso di crescita della popolazione e δ il tasso di ammortamento, $(\delta + n)k$ rappresenta gli *investimenti di sviluppo uniforme*, ovvero la quantità di investimenti necessaria per mantenere inalterata la dotazione di capitale per lavoratore, k. Affinché l'economia sia in stato stazionario, gli investimenti $sf(k)$ devono compensare gli effetti degli ammortamenti e della crescita della popolazione $(\delta + n)k$. Tale condizione corrisponde al punto di intersezione delle due curve rappresentate nel grafico.

Per vedere come si determina lo stock di capitale per lavoratore di stato stazionario, si ricorre a un diagramma analogo a quello della figura 7.11, che amplia l'analisi della figura 7.4, includendovi gli effetti della crescita della popolazione. Una economia si trova in stato stazionario se il capitale per lavoratore è costante. Come già in precedenza, designiamo il valore di k di stato stazionario con k^*. Se k è minore di k^*, gli investimenti superano gli investimenti di sviluppo uniforme e k tende ad aumentare; se k è maggiore di k^*, gli investimenti sono inferiori a quelli sviluppo uniforme, e k tende a diminuire.

Nello stato stazionario l'effetto positivo degli investimenti sullo stock di capitale per lavoratore bilancia esattamente gli effetti negativi degli ammortamenti e della crescita della popolazione: questo significa che a k^*, $\Delta k = 0$ e $i^* = \delta k^* + nk^*$. Nel momento in cui l'economia si trova in stato stazionario, gli investimenti svolgono due funzioni: la prima è quella di sostituire il capitale svalutato, δk^*; la seconda è quella di provvedere i nuovi lavoratori di una dotazione di capitale adeguata, nk^*.

[6] *Nota matematica*. Per ricavare formalmente l'equazione della variazione di k si richiede il ricorso a strumenti algebrici. Si noti che la variazione di k per unità di tempo è $dk/dt = d(K/L)/dt$. Applicando la regola della derivata di derivata, possiamo riscrivere l'equazione come $dk/dt = (1/L)(dK/dt) - (K/L^2)(dL/dt)$. Sostituendo nell'equazione $dK/dt = I - \delta K$ e $(dL/dT)/L = n$, con qualche passaggio si arriva all'equazione del testo.

© 88-08-07773-X

Gli effetti della crescita della popolazione

La crescita della popolazione agisce sul modello di Solow in tre modi. In primo luogo, ci avvicina a una spiegazione di una crescita sostenuta e persistente: nello stato stazionario, con la popolazione in crescita, il capitale per lavoratore e la produzione per lavoratore sono costanti. Ma dato che la forza lavoro aumenta a un tasso n, il capitale *totale* e la produzione *totale* debbono crescere al medesimo tasso n. Dunque, anche se la crescita della popolazione non è in grado di spiegare il miglioramento persistente del tenore di vita (dato che, nello stato stazionario, il prodotto aggregato per lavoratore è costante), esso può contribuire a spiegare la crescita persistente della produzione totale.

In secondo luogo, la crescita della popolazione ci fornisce un'ulteriore spiegazione del fatto che alcuni paesi sono ricchi e altri poveri. Consideriamo gli effetti di un aumento della crescita della popolazione. La figura 7.12 mostra che un aumento del tasso di crescita della popolazione da n_1 a n_2 riduce il livello di capitale per lavoratore di stato stazionario da k_1^* a k_2^*. Dato che k^* è più basso e $y^* = f(k^*)$, anche il livello di produzione per lavoratore y^* è più basso. Il modello di Solow prevede dunque che i paesi con un tasso di crescita della popolazione più elevato hanno livelli di PIL pro capite più bassi.

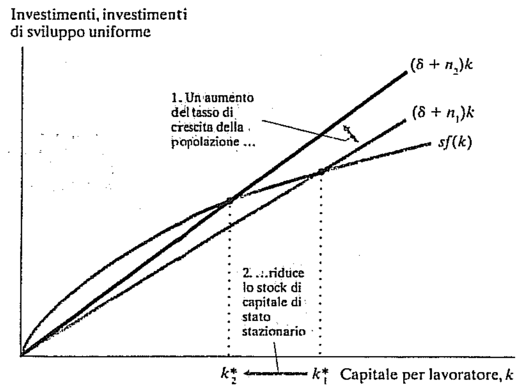

Figura 7.12 Gli effetti della crescita della popolazione
Un aumento del tasso di crescita della popolazione da n_1 a n_2 provoca lo spostamento verso l'alto della curva che rappresenta gli investimenti di sviluppo uniforme; il nuovo stato stazionario, k_2^*, ha uno stock di capitale per lavoratore inferiore a quello dello stato stazionario iniziale, k_1^*. Dunque il modello di Solow prevede che le economie con tassi di crescita della popolazione più elevati abbiano livelli di capitale per lavoratore più bassi e, quindi, minori livelli di reddito pro capite.

Infine, la crescita della popolazione influenza il nostro criterio per determinare il livello di capitale della regola aurea (che massimizza il consumo). Per valutare come cambia tale criterio, si rammenti che il consumo per lavoratore è

$$c = y - i$$

Poiché il prodotto di stato stazionario è $f(k^*)$ e gli investimenti di stato stazionario sono $(\delta + n)k^*$, possiamo esprimere il consumo di stato stazionario come

$$c^* = f(k^*) - (\delta + n)k^*$$

Utilizzando la medesima procedura utilizzata precedentemente, si giunge alla conclusione che il livello di k^* che massimizza il consumo è quello per cui

$$PMK = \delta + n$$

o, analogamente,

$$PMK - \delta = n$$

Nello stato stazionario della regola aurea il prodotto marginale del capitale al netto degli ammortamenti è uguale al tasso di crescita della popolazione.

ANALISI DI UN CASO

LA CRESCITA DELLA POPOLAZIONE NEL MONDO

Torniamo alla domanda che ci siamo posti all'inizio del capitolo: perché il tenore di vita varia così tanto nei diversi paesi del mondo? L'analisi che abbiamo testé concluso suggerisce che una delle risposte potrebbe essere la crescita della popolazione. Secondo il modello di Solow un paese con un tasso di crescita della popolazione particolarmente elevato avrà un basso stock di capitale di stato stazionario per lavoratore e, di conseguenza, un basso livello di produzione per lavoratore. In altre parole, una forte crescita della popolazione tende a impoverire un paese, rendendo più difficile mantenere un livello adeguato di capitale per lavoratore, se il numero dei lavoratori aumenta rapidamente. Per verificare se tale previsione trova riscontro nella realtà, prendiamo in considerazione i dati internazionali.

La figura 7.13 è un diagramma a dispersione relativo agli stessi 84 paesi già presi in considerazione nella precedente analisi di un caso precedente (e nella figura 7.6). Il grafico mostra che i paesi con un tasso di crescita della popolazione più elevato tendono ad avere livelli di reddito pro capite più bassi. I dati internazionali sono coerenti con le previsioni del nostro modello: il tasso di crescita della popolazione è una delle determinanti del tenore di vita di un paese.

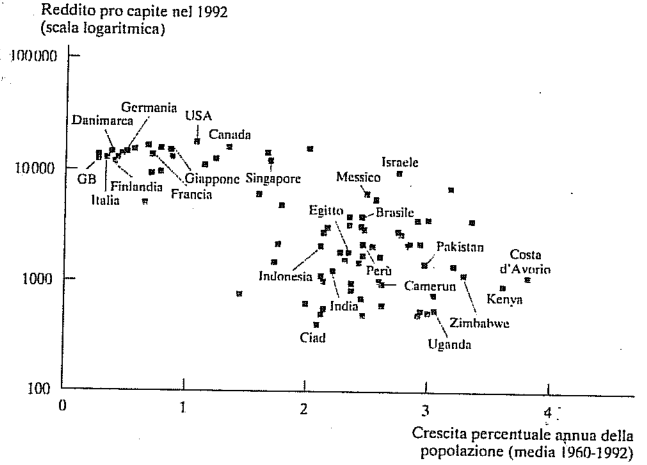

Figura 7.13 Dati internazionali su crescita della popolazione e reddito pro capite
Questo grafico a dispersione illustra l'esperienza di 84 paesi e dimostra come i paesi con tassi elevati di crescita della popolazione tendano ad avere bassi livelli di reddito pro capite, come prevede il modello di Solow.
Fonte: Robert Summers e Alan Heston, Supplement (Mark 5.6) a «The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons 1950-1988», *Quarterly Journal of Economics* (maggio 1991), pp. 327-368.

Tale conclusione non è irrilevante per i governi: chi conduce la lotta contro la povertà, come i consiglieri che la World Bank invia nei paesi in via di sviluppo, spesso sostiene la necessità di ridurre la fertilità attraverso l'educazione sessuale, il controllo delle nascite e l'aumento delle opportunità di lavoro per le donne. La Cina ha perseguito il medesimo fine con provvedimenti autoritari, che permettono a ogni coppia di avere un solo figlio. Se il modello di Solow è corretto, questo, come altri provvedimenti orientati a ridurre il tasso di natalità, nel lungo periodo farà aumentare il reddito pro capite.

Nell'interpretare i dati internazionali, però, è importante ricordare sempre che un nesso di relazione non è necessariamente un nesso di causalità. I dati che abbiamo analizzato rivelano che, normalmente, un basso tasso di crescita della popolazione è associato a un elevato livello di reddito pro capite, e il modello di Solow offre una spiegazione plausibile a questo fatto. Ma sono verosimili anche altre spiegazioni: potrebbe darsi che un livello di reddito elevato sia causa, e non effetto, della minore crescita della popolazione, rendendo più accessibili le tecniche di controllo delle nascite. I dati internazionali possono aiutarci a valutare una teoria della crescita, come il modello di Solow, perché ci mostrano se le previsioni del modello sono coerenti con la realtà; ma, spesso, sono molte le teorie che possono offrire una spiegazione al medesimo dato di fatto.

7.4 Conclusioni

In questo capitolo abbiamo cominciato a costruire il modello di crescita di Solow. Il modello, nella forma fin qui raggiunta, mostra che il risparmio e la crescita della popolazione determinano lo stock di capitale di stato stazionario dell'economia e, di conseguenza, il livello di reddito pro capite di stato stazionario. Come abbiamo visto, il modello riesce a descrivere molti aspetti delle esperienze reali

© 88-08-07773-X

di crescita, come la ragione per cui Germania e Giappone, usciti a pezzi dalla seconda guerra mondiale, sono riusciti a crescere tanto rapidamente, o quella per cui i paesi che risparmiano e investono molto sono più ricchi dei paesi che risparmiano e investono poco, o quella per cui i paesi con i tassi di crescita della popolazione più elevati sono più poveri di quelli con i tassi di crescita della popolazione più contenuti.

Ciò che, comunque, il modello non riesce a spiegare, è la crescita prolungata che osserviamo in molti paesi; nel modello di cui a questo punto disponiamo, quando una economia raggiunge lo stato stazionario, la produzione per lavoratore cessa di crescere. Per spiegare il perdurare della crescita, dobbiamo introdurre nel modello il progresso tecnologico. Cosa che faremo nel capitolo che segue.

IN SINTESI

1. Il modello di crescita di Solow mostra che, nel lungo periodo, il tasso di risparmio di una economia determina la dimensione dello stock di capitale e, di conseguenza, il volume di produzione: quanto più elevato è il tasso di risparmio, tanto più elevati sono lo stock di capitale e il livello di produzione.
2. Nel modello di Solow un aumento del tasso di risparmio genera un periodo di rapida crescita ma, alla fine, la crescita tende a rallentare, raggiungendo un nuovo stato stazionario. Così, sebbene un tasso di risparmio elevato possa produrre un elevato stock di capitale di stato stazionario, non può generare una crescita economica duratura.
3. Il livello di capitale che massimizza il consumo di stato stazionario è detto livello di capitale della regola aurea. Se una economia dispone di un capitale in eccesso rispetto al livello della regola aurea, riducendo il tasso di risparmio si aumenta il livello del consumo immediatamente e permanentemente; al contrario, se il capitale è inferiore al livello della regola aurea, il processo di aggiustamento impone un periodo di investimenti sostenuti e, quindi, una contrazione temporanea dei consumi.
4. Il modello di Solow dimostra che il tasso di crescita della popolazione di una economia è un'altra determinante di lungo periodo del tenore di vita: quanto più elevato è il tasso di crescita della popolazione, tanto inferiore è il livello della produzione per lavoratore.

CONCETTI FONDAMENTALI

Livello di capitale della regola aurea (p. 140)

Modello di crescita di Solow (p. 132)

Stato stazionario (p. 135)

DOMANDE DI RIPASSO

1. In che modo, nel modello di Solow, il tasso di risparmio influenza il livello del reddito di stato stazionario?
2. Perché chi determina la politica economica di una nazione potrebbe scegliere il livello di capitale della regola aurea?
3. Un governo potrebbe scegliere uno stato stazionario a cui corrisponde un livello di capitale superiore a quello della regola aurea? E uno con un livello inferiore? Motivate le risposte.
4. In che modo, nel modello di Solow, il tasso di crescita della popolazione influenza il livello di reddito di stato stazionario? In che modo influenza il tasso di crescita di stato stazionario?

PROBLEMI E APPLICAZIONI

1. Il paese A e il paese B hanno entrambi funzione di produzione

$$Y = F(K, L) = K^{1/2}L^{1/2}$$

   (a) La funzione di produzione ha rendimenti di scala costanti? Dimostratelo.
   (b) Qual è la funzione di produzione per lavoratore $y = f(k)$?
   (c) Ipotizziamo che in nessuno dei due paesi vi sia popolazione in crescita o progresso tecnologico e che il capitale si deprezzi al tasso del 5% all'anno. Ipotizziamo, inoltre, che il paese A abbia un tasso di risparmio del 10% della produzione all'anno e il paese B, del 20%. Usando la risposta data al punto (b) e la condizione di stato stazionario che eguaglia gli investimenti agli ammortamenti, trovate lo stock di capitale di stato stazionario per ciascun paese. Trovate, inoltre, i livelli di stato stazionario del reddito per lavoratore e del consumo per lavoratore.

88-08-07773-X

   (d) Ipotizziamo che entrambi i paesi partano con uno stock di capitale per lavoratore pari a 2. Quali sono i livelli di reddito per lavoratore e di consumo per lavoratore? Rammentando che la variazione dello stock di capitale è pari alla differenza tra investimenti e ammortamenti, calcolate come, in entrambi i paesi, lo stock di capitale per lavoratore si evolva nel tempo. Per ogni anno, calcolate il reddito per lavoratore e il consumo per lavoratore. Dopo quanti anni il consumo per lavoratore del paese B sarà superiore a quello del paese A?
2. Nell'analisi della crescita di Germania e Giappone nel dopoguerra, il testo ha illustrato cosa accade quando un evento bellico distrugge una parte dello stock di capitale. Supponiamo, invece, che la guerra non distrugga lo stock di capitale, ma provochi un elevato numero di morti che riduce la forza lavoro.
   (a) Qual è l'effetto immediato sulla produzione totale e sulla produzione pro capite?
   (b) Ipotizzando che il tasso di risparmio rimanga invariato e che, prima della guerra, l'economia si trovasse in uno stato stazionario, cosa accade nel periodo postbellico alla produzione per lavoratore? Nel periodo postbellico il tasso di crescita della produzione per lavoratore è minore o maggiore della norma?
3. Consideriamo una economia descritta dalla funzione di produzione $Y = F(K, L) = K^{0.3}L^{0.7}$.
   (a) Qual è la funzione di produzione per lavoratore?
   (b) Ipotizzando di trovarsi in assenza di crescita della popolazione e di progresso tecnologico, trovate lo stock di capitale per lavoratore di stato stazionario, il prodotto per lavoratore e il consumo per lavoratore in funzione del tasso di risparmio e del tasso di ammortamento.
   (c) Ipotizzando che il tasso di ammortamento sia del 10% all'anno, costruite una tabella che mostri lo stock di capitale per lavoratore di stato stazionario, il prodotto per lavoratore e il consumo per lavoratore per tassi di risparmio nullo, del 10%, del 20%, del 30% ecc. (per farlo, vi sarà necessaria una calcolatrice in grado di risolvere calcoli esponenziali). Quale tasso di risparmio massimizza la produzione per lavoratore? Quale massimizza il consumo per lavoratore?
   (d) (Più difficile.) Ricorrete a strumenti algebrici per calcolare il prodotto marginale del capitale. Aggiungete alla tabella che avete costruito il prodotto marginale del capitale al netto degli ammortamenti per ciascun tasso di risparmio. Cosa evidenzia la tabella?
4. L'*Economic Report of the President* degli Stati Uniti per l'anno 1983 conteneva la seguente dichiarazione: «dedicare una quota maggiore del prodotto nazionale agli investimenti contribuirà a ripristinare una crescita più rapida della produttività e del tenore di vita». Concordate con questa dichiarazione? Motivate la risposta.
5. Un'interpretazione della funzione di consumo afferma che i lavoratori hanno una elevata propensione a consumare il proprio reddito, mentre i capitalisti hanno una bassa propensione consumo. Per verificare le implicazioni di tale interpretazior ipotizziamo una economia in cui tutti i redditi da lavoro ve gano completamente consumati e tutti i redditi da capitale cor pletamente risparmiati. Dimostrate che, se i fattori di prod zione venissero remunerati al proprio prodotto marginale, ui siffatta economia raggiungerebbe il livello di capitale della r gola aurea. (*Suggerimento*. Partite dall'identità tra risparmio investimenti, per poi ricorrere alla condizione dello stato st zionario che vuole gli investimenti uguali alla somma di an mortamenti e crescita della popolazione, rammentando che risparmio, in questa economia, è pari ai redditi da capitale.)
6. Molti demografi prevedono che nel ventunesimo secolo gli St ti Uniti avranno crescita zero della popolazione, contro una m dia dell'1% all'anno nel corso del ventesimo secolo. Ricorre al modello di Solow per prevedere gli effetti del rallentament della crescita della popolazione sulla crescita della produzior totale e sulla crescita della produzione pro capite. Considerai gli effetti sia nello stato stazionario sia nella transizione tra d versi stati stazionari.
7. Nel modello di Solow la crescita della popolazione implica, ne lo stato stazionario, una crescita della produzione totale, m non di quella per lavoratore. Ritenete che tale conclusione sa rebbe valida anche in presenza di funzioni di produzione co rendimenti di scala crescenti o decrescenti? Motivate la rispo sta. (Per la definizione di rendimenti di scala crescenti o decre scenti, vedi cap. 3, «Problemi e applicazioni», problema 2.)
8. Considerate in che modo la disoccupazione può influenzare i modello di crescita di Solow. Supponete che la funzione di pro duzione sia $Y = K^{\alpha}[(1-u)L]^{1-\alpha}$, in cui K è il capitale, L la for za lavoro e u il tasso naturale di disoccupazione. Il tasso di ri sparmio è s, la forza lavoro cresce a un tasso n e il capitale si de prezza al tasso δ.
   (a) Esprimete il prodotto per lavoratore ($y = Y/L$) come funzione del capitale per lavoratore ($k = K/L$) e del tasso naturale di disoccupazione. Descrivete lo stato stabile dell'economia.
   (b) Supponete che un cambiamento della politica economica del governo faccia ridurre il tasso naturale di disoccupazione. Descrivete come tale cambiamento influenza il prodotto, sia nel breve sia nel lungo periodo. L'effetto in stato stazionario è maggiore o minore di quello immediato? Spiegate.
9. Scegliete a discrezione due paesi: uno ricco e uno povero e individuatene il reddito pro capite. Per entrambi i paesi trovate dati caratteristici che possano contribuire a spiegare la differenza di reddito: tasso di investimento, tasso di crescita della popolazione, livello d'istruzione, ecc. (*Suggerimento*. Il sito internet della World Bank, www.worldbank.org è una delle possibili fonti di questo genere di dati). In che modo potete stabilire quale di questi fattori ha la maggiore responsabilità per la differenza rilevata nel reddito pro capite?

CAPITOLO

8 La crescita economica, II

C'è qualche provvedimento che il governo indiano possa prendere per far crescere l'economia dell'India come quella dell'Indonesia o dell'Egitto? E se c'è, qual è, esattamente? E se non c'è, che cosa nella «natura dell'India» lo rende impossibile? Le conseguenze per il benessere materiale degli uomini implicite in domande come queste sono stupefacenti: una volta che si comincia a porsele, è difficile pensare ad altro.

Robert E. Lucas, Jr.

In questo capitolo continuiamo l'analisi delle forze che governano la crescita economica di lungo periodo. Partendo dal modello di crescita semplificato, elaborato da Solow, ci poniamo tre nuovi obiettivi.

Il nostro primo obiettivo è rendere il modello di Solow più generale e più realistico. Nel capitolo 3 abbiamo visto che capitale, lavoro e tecnologia sono le determinanti fondamentali della produzione di beni e servizi di una nazione. Nel capitolo 7 abbiamo sviluppato il modello di Solow per mostrare che variazioni del capitale (risparmio e investimenti) e della forza lavoro (crescita della popolazione) influenzano la produzione dell'economia. Ora siamo pronti a introdurre nel modello la terza fonte di crescita: le innovazioni tecnologiche.

Il nostro secondo obiettivo è esaminare il modo in cui la politica economica di un governo influenza il livello e la crescita del tenore di vita di una nazione. In particolare, vogliamo rispondere a quattro domande: (1) la società di cui facciamo parte dovrebbe risparmiare di più o di meno? (2) La politica economica può influenzare il tasso di risparmio? (3) Ci sono tipi di investimento che la politica economica dovrebbe incentivare, in particolare? (4) La politica economica può fare aumentare il tasso di progresso tecnologico? Il modello di crescita di Solow è il sistema di riferimento che utilizzeremo per dare una risposta a queste domande.

Il nostro terzo obiettivo è passare dalla teoria alla pratica, ovvero stabilire se e quanto il modello di Solow si adatta ai fatti reali. Durante gli anni 1990 diversi studiosi hanno sottoposto a verifica le previsioni del modello di Solow e di altri modelli di crescita economica. Il risultato è che il bicchiere è, allo stesso tempo, mezzo vuoto e mezzo pieno. Il modello di Solow può gettare molta luce sulle esperienze di crescita di diverse economie, ma è ben lontano dal poter essere considerato l'ultima parola sull'argomento.

Il nostro quarto, e ultimo, obiettivo è analizzare ciò che il modello di Solow non prende in considerazione; come abbiamo già affermato, i modelli aiutano a capire il mondo, semplificandolo. Quindi, dopo avere completato l'analisi di un modello, è importante stabilire se esso impone semplificazioni eccessive. Nell'ultimo paragrafo esamineremo un nuovo gruppo di teorie, dette *teorie della crescita endogena*, che mirano a spiegare il progresso tecnologico, considerato esogeno nel modello di Solow.

8.1 Il progresso tecnologico nel modello di Solow

Finora il nostro modello ha ipotizzato che il rapporto tra i fattori di produzione capitale e lavoro e la produzione di beni e servizi sia costante. Ma il modello può essere modificato in modo da includere il progresso tecnologico esogeno, che col tempo fa aumentare la capacità di produzione di una società.

L'efficienza del lavoro

Per introdurre il progresso tecnologico, dobbiamo partire dalla funzione di produzione, che mette in relazione il capitale totale, K, e il lavoro totale, L, con la produzione totale, Y. Fino a questo momento abbiamo considerato una funzione di produzione

$$Y = F(K, L)$$

Ora scriviamo la funzione di produzione come

$$Y = F(K, L \times E)$$

dove E è una nuova (e in qualche misura astratta) variabile detta **efficienza del lavoro**. L'efficienza del lavoro vuole essere un indice della conoscenza dei metodi di produzione: se la tecnologia disponibile migliora, aumenta l'efficienza del lavoro. Per esempio, l'efficienza del lavoro è aumentata all'inizio del ventesimo secolo, quando la catena di montaggio ha trasformato la produzione industriale, ed è aumentata ancora quando, negli ultimi decenni del ventesimo secolo, si è diffusa capillarmente l'informatizzazione. L'efficienza del lavoro è aumentata anche in corrispondenza del miglioramento delle condizioni di salute, dell'istruzione e delle capacità professionali della forza lavoro.

Il termine $L \times E$ tiene conto del numero di lavoratori, L, e dell'efficienza del lavoro, E, per misurare il numero di *lavoratori effettivi*. La nuova funzione di produzione stabilisce che la produzione totale, Y, dipende dal numero di unità di capitale, K, e da quello di lavoratori efficienti, $L \times E$: aumenti dell'efficienza del lavoro, E, equivalgono, a tutti gli effetti, ad aumenti della forza lavoro, L.

L'ipotesi più semplice riguardo al progresso tecnologico è che esso faccia aumentare l'efficienza del lavoro E a un tasso costante g. Per esempio, se $g = 0{,}02$, ogni unità di lavoro diventa più efficiente del 2% ogni anno e la produzione aumenta come se la forza lavoro fosse aumentata del 2%. Questo genere di progresso tecnologico è detto *labor-augmenting*, e g è detto tasso di **progresso tecnologico labor-augmenting**. Poiché la forza lavoro, L, cresce a un tasso n, e l'efficienza di ogni unità di lavoro, E, cresce a un tasso g, il numero dei lavoratori effettivo, $L \times E$, cresce al tasso $n + g$.

Lo stato stazionario in presenza di progresso tecnologico

Esprimere il progresso tecnologico come labor-augmenting, significa assimilarlo alla crescita della popolazione. Nel capitolo 7 abbiamo analizzato l'economia in termini di quantità per lavoratore, contemplando anche l'ipotesi di un numero di lavoratori variabile nel tempo; ora passeremo all'analisi dell'economia in termini di quantità per lavoratore effettivo, passando, poi, al caso del numero di lavoratori effettivi in crescita.

Per raggiungere tale obiettivo, dobbiamo riformulare la nostra notazione algebrica. Abbiamo ora il capitale per lavoratore effettivo $k = K/(L \times E)$ e il prodotto aggregato per lavoratore effettivo $y = Y/(L \times E)$ e, sulla base di tali definizioni, possiamo ancora scrivere $y = f(k)$.

Questa notazione non è nuova come appare: se manteniamo costante l'efficienza del lavoro, E, attribuendole valore unitario, otteniamo esattamente la notazione che abbiamo utilizzato fino a questo momento e le nuove definizioni di k e di y si riducono a quelle con cui abbiamo già acquistato familiarità. Ma, nel caso in cui l'efficienza del lavoro aumenti nel tempo, dobbiamo rammentare che k e y si riferiscono ora a quantità per lavoratore effettivo (e non per individuo).

La nostra analisi dell'economia procede esattamente come nel caso della disamina della crescita della popolazione. L'equazione che illustra la crescita di k nel tempo diventa ora

$$\Delta k = sf(k) - (\delta + n + g)k$$

Come in precedenza, la variazione dello stock di capitale, Δk, eguaglia la differenza tra investimenti $sf(k)$ e investimenti di sviluppo uniforme $(\delta + n + g)k$. Adesso, però, dato che $k = K/(L \times E)$, gli investimenti di sviluppo uniforme comprendono tre termini: per fare in modo che k sia costante, δk deve sostituire l'ammortamento del capitale, nk deve fornire una dotazione di capitale ai nuovi lavoratori e gk deve dotare di capitale i nuovi «lavoratori effettivi», creati dal progresso tecnologico.

Come illustra la figura 8.1, l'introduzione del progresso tecnologico non altera in maniera fondamentale la nostra analisi dello stato stazionario. Esiste un livello di k, denominato k^*, per il quale il capitale per lavoratore effettivo e la produzione per lavoratore effettivo sono costanti. Come in precedenza, lo stato stazionario rappresenta l'equilibrio di lungo periodo dell'economia.

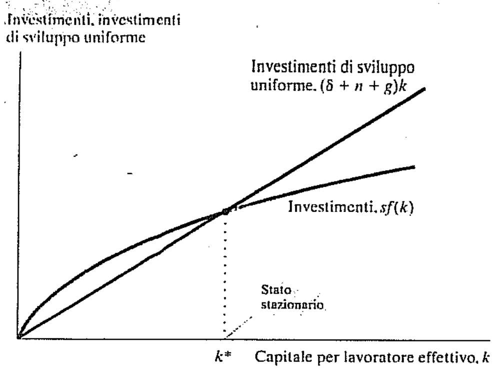

Figura 8.1 Il progresso tecnologico e il modello di crescita di Solow
Una crescita del progresso tecnologico labor-augmenting al tasso g influenza il modello di Solow in modo simile a quello della crescita demografica n. Con k definito come capitale per lavoratore effettivo, aumenti del numero di lavoratori effettivi dovuti al progresso tecnologico tendono a far diminuire k. Nello stato stazionario, gli investimenti $sf(k)$ sono esattamente uguali alla somma di ammortamento, crescita della popolazione e progresso tecnologico.

Gli effetti del progresso tecnologico

La tabella 8.1 illustra il comportamento delle quattro variabili fondamentali nello stato stazionario, in presenza di progresso tecnologico. Come abbiamo appena visto, nello stato stazionario il capitale per lavoratore effettivo k è costante. Dato che $y = f(k)$, anche il prodotto per lavoratore effettivo è costante; rammentiamo, però, che l'efficienza di ogni singolo lavoratore cresce a un tasso g: ne consegue che il prodotto per lavoratore ($Y/L = y \times E$) cresce al medesimo tasso g. Il prodotto totale [$Y = y \times (E \times L)$] cresce al tasso $n + g$.

Grazie all'introduzione del progresso tecnologico, il nostro modello può finalmente spiegare la crescita sostenuta e persistente del tenore di vita che si osserva tanto spesso nella realtà; abbiamo cioè dimostrato che il progresso tecnologico può generare una crescita permanente del prodotto aggregato per lavoratore, diversamente da un elevato tasso di risparmio, che riesce a generare una crescita sostenuta solo fino a quando viene raggiunto un nuovo stato stazionario. Nel momento in cui una economia si trova nello stato stazionario, il tasso di crescita del prodotto per lavoratore dipende esclusivamente dal tasso di progresso tecnologico. *Secondo il modello di Solow, solo il progresso tecnologico può spiegare una crescita persistente del tenore di vita.*

L'introduzione del progresso tecnologico nel modello modifica anche la condizione della regola aurea. Il livello di capitale della regola aurea si definisce ora come quello corrispondente allo stato stazionario che massimizza il consumo per lavoratore effettivo. Replicando gli argomenti che abbiamo utilizzato in precedenza, possiamo dimostrare che il consumo di stato stazionario per lavoratore effettivo è

$$c^* = f(k^*) - (\delta + n + g)k^*$$

Il consumo di stato stazionario si massimizza per

$$PMK = \delta + n + g$$

ovvero per

$$PMK - \delta = n + g$$

Dunque, al livello di capitale della regola aurea, il prodotto marginale netto del capitale, $PMK - \delta$, è uguale al tasso di crescita del prodotto totale, $n + g$. Dato che le economie reali sperimentano sia crescita della popolazione sia progresso tecnologico, per valutare se dispongano di un livello di capitale superiore o inferiore a quello di stato stazionario della regola aurea, dobbiamo ricorrere a questo criterio.

8.2 Le politiche per promuovere la crescita

Avendo utilizzato il modello di Solow per svelare i rapporti tra le diverse fonti di crescita economica, possiamo ricorrere alla teoria per indirizzare il nostro pensiero per quanto riguarda la politica economica.

Valutare il tasso di risparmio

Secondo il modello di crescita di Solow, l'entità del risparmio e degli investimenti di un paese è una delle determinanti fondamentali del tenore di vita dei suoi cittadini. Cominciamo la nostra discussione sulla politica economica ponendoci una domanda che sorge spontanea: il tasso di risparmio di una data economia è giusto, troppo basso o troppo alto? Risponderemo ricorrendo all'esempio degli Stati Uniti.

Come abbiamo visto, il tasso di risparmio determina il livello del capitale e della produzione di stato stazionario. Uno specifico tasso di risparmio corrisponde allo stato stazionario della regola aurea, cioè quello in cui è massimo il consumo per lavoratore e, quindi, il benessere economico. La regola aurea è dunque la pietra di paragone alla quale confrontare l'economia statunitense.

Per stabilire se l'economia si trova al livello della regola aurea, al di sopra o al di sotto di questo, dobbiamo confrontare il prodotto marginale del capitale al netto degli ammortamenti ($PMK - \delta$) con il tasso di crescita della produzione totale ($n + g$). Come abbiamo stabilito in precedenza, nello stato stazionario della regola aurea $PMK - \delta = n + g$. Se l'economia opera con un capitale inferiore a quello corrispondente allo stato stazionario della regola aurea, la regola del prodotto marginale decrescente ci dice che $PMK - \delta > n + g$. In questo caso un aumento del tasso di risparmio condurrà, nel tempo, a uno stato stazionario con consumi più elevati. Se, al contrario, l'economia opera con un livello di capitale troppo alto, allora $PMK - \delta < n + g$ e il tasso di risparmio dovrebbe essere ridotto.

Per poter compiere questo confronto in una economia reale come quella degli Stati Uniti, dobbiamo disporre di una stima del tasso di crescita ($n + g$) e del prodotto marginale netto del capitale ($PMK - \delta$). Il PIL reale degli Stati Uniti cresce mediamente del 3% all'anno, per cui ($n + g$) = 0,03. Possiamo stimare il prodotto marginale netto del capitale negli Stati Uniti sulla base dei seguenti tre fatti:

1. Lo stock di capitale è circa 2,5 volte il PIL annuale.
2. L'ammortamento del capitale è circa il 10% del PIL.
3. Il reddito del capitale è circa il 30% del PIL.

Ricorrendo alla formulazione algebrica del nostro modello (e alla conclusione a cui siamo giunti nel capitolo 3, per cui i proprietari del capitale ottengono una remunerazione pari a PMK per ogni unità di capitale), possiamo descrivere questi tre fatti così:

1. $k = 2{,}5y$
2. $\delta k = 0{,}1y$
3. $PMK \times k = 0{,}3y$

Risolviamo rispetto al tasso di ammortamento δ, dividendo l'equazione 2 per l'equazione 1:

$$\delta k / k = (0{,}1y) / (2{,}5y)$$
$$\delta = 0{,}04$$

E risolviamo rispetto al prodotto marginale del capitale PMK, dividendo l'equazione 3 per l'equazione 1:

$$(PMK \times k)/k = (0{,}3y)/(2{,}5y)$$
$$PMK = 0{,}12$$

Ogni anno, dunque, lo stock di capitale subisce un deprezzamento del 4%, e il prodotto marginale del capitale è circa del 12%. Il prodotto marginale netto del capitale ($PMK - \delta$) è pari a circa l'8% all'anno.

Scopriamo così che il rendimento del capitale ($PMK - \delta$ = 8% all'anno) è di gran lunga superiore al tasso di crescita medio dell'economia ($n + g$ = 3% all'anno). Questo fatto, associato all'analisi precedentemente svolta, indica che, nell'economia americana, il capitale è ben al di sotto del livello della regola aurea. In altre parole, se gli Stati Uniti risparmiassero e investissero una quota più elevata del proprio reddito, crescerebbero più rapidamente e raggiungerebbero, nel tempo, uno stato stazionario a cui corrisponde un livello di consumo superiore. Questa conclusione suggerisce che i politici dovrebbero voler aumentare il tasso di risparmio e di investimenti. In effetti, per alcuni anni l'accelerazione della formazione di capitale è stato uno degli obiettivi prioritari della politica economica.

Variare il tasso di risparmio

Dai calcoli precedenti si deduce che, per far migrare l'economia americana verso lo stato stazionario della regola aurea, i politici dovrebbero far aumentare il risparmio aggregato. Ma come possono riuscirvi? Come abbiamo visto nel capitolo 3, in termini strettamente contabili un risparmio nazionale più elevato può discendere da un risparmio pubblico più elevato, da un risparmio privato più elevato o da una combinazione dei due. Gran parte del dibattito politico sulla crescita economica ruota intorno all'efficacia relativa dei due strumenti alternativi.

Il modo più diretto con cui i governi possono influenzare il risparmio nazionale è attraverso il risparmio pubblico, cioè la differenza tra quanto il governo raccoglie attraverso le imposte e quanto

Tabella 8.1 Tasso di crescita di stato stazionario nel modello di Solow con progresso tecnologico

Variabile	*Simbolo*	*Tasso di crescita di stato stazionario*
Capitale per lavoratore effettivo	$k = K/(E \times L)$	0
Prodotto per lavoratore effettivo	$y = Y/(E \times L) = f(k)$	0
Prodotto per lavoratore	$Y/L = y \times E$	g
Prodotto totale	$Y = y \times (E \times L)$	$n + g$

88-08-07773-X

spende. Se la spesa pubblica eccede i ricavi, si dice che lo Stato genera un *disavanzo* (o *deficit*) *di bilancio*, che si traduce in un risparmio pubblico negativo. Come abbiamo visto nel capitolo 3, un disavanzo di bilancio induce un aumento dei tassi d'interesse e spiazza gli investimenti; la conseguente riduzione dello stock di capitale è parte dell'onere del debito nazionale che graverà sulle future generazioni. Al contrario, se lo Stato spende meno di quanto percepisce attraverso il sistema tributario, si dice che genera un *avanzo* (o *surplus*) *di bilancio*, grazie al quale può ridurre parzialmente il debito pubblico e stimolare gli investimenti.

Il governo può influenzare il risparmio nazionale anche attraverso il risparmio privato, cioè quello degli individui e delle imprese. In particolare, le decisioni di risparmio degli individui dipendono da un sistema di incentivi che può essere alterato da provvedimenti di politica economica. Molti economisti affermano che aliquote fiscali elevate sui redditi da capitale (per esempio, le imposte sui redditi d'impresa), riducendo il rendimento che si può trarre dal risparmio, scoraggiano il risparmio privato, mentre le agevolazioni e le esenzioni fiscali sui piani di risparmio previdenziale incoraggiano il risparmio privato attraverso un trattamento preferenziale della quota di reddito destinata a tali piani.

Gran parte del disaccordo degli economisti sulla politica economica si fonda su una diversità di opinioni circa la reattività del risparmio privato agli incentivi. Per esempio, supponiamo che il governo aumenti il tetto di esenzione fiscale per il risparmio previdenziale: gli individui reagiranno all'incentivo risparmiando di più? Oppure si limiteranno a trasferire risorse da altre forme di risparmio a quelle in regime di esenzione, riducendo le entrate tributarie e il risparmio pubblico, senza alcun aumento del risparmio privato? Chiaramente, l'opportunità di un provvedimento in questo senso dipende dalla risposta che si dà a questa domanda. Sfortunatamente, nonostante le molte ricerche dedicate all'argomento, non è emerso alcun consenso.

ANALISI DI UN CASO

IL SISTEMA STATUNITENSE DELLA PREVIDENZA SOCIALE DOVREBBE ESSERE RIFORMATO?

Sono molti i provvedimenti di politica economica volti a incoraggiare il risparmio, come il trattamento fiscale preferenziale accordato ai fondi pensione o agli accantonamenti di natura previdenziale, ma esiste un elemento dell'ordinamento economico che viene spesso accusato di ridurre il risparmio: il sistema della previdenza sociale. La previdenza sociale è un sistema di trasferimenti configurato in modo da permettere agli anziani di godere di un reddito anche dopo aver cessato l'attività lavorativa. Negli Stati Uniti questi trasferimenti agli anziani sono finanziati da un'imposta sui redditi da lavoro della popolazione in età lavorativa. Alcuni ritengono che tale sistema riduca il risparmio privato riducendo la necessità dell'individuo di provvedere a se stesso in vista della pensione.

Per contrastare la riduzione del risparmio nazionale attribuita al sistema della previdenza sociale (Social Security), molti economisti ne propongono una radicale riforma. Oggi il sistema è finanziato *per cassa*: la maggior parte dei fondi raccolti ogni anno attraverso le imposte vengono trasferiti direttamente agli anziani. Uno dei suggerimenti è quello di trasformare il sistema della previdenza sociale in un sistema finanziato *per competenza*: lo Stato dovrebbe accantonare i fondi raccolti da ciascun lavoratore in un fondo fiduciario, per restituirglieli – con gli interessi maturati – nel momento in cui raggiunge l'età pensionabile. Un sistema di previdenza sociale finanziato per competenza compenserebbe con l'aumento del risparmio pubblico la diminuzione di quello privato.

Una proposta strettamente correlata a questa è quella della *privatizzazione* del sistema, che suggerisce di trasformare questo programma pubblico in un sistema obbligatorio di risparmio privato, simile a un fondo pensione o a un piano di accumulo a fini previdenziali. In linea di principio la questione del finanziamento per competenza e quella della privatizzazione sono distinti: un sistema per competenza potrebbe essere indifferentemente pubblico (nel qual caso, sarebbe lo Stato a detenere i fondi raccolti) o privato (nel qual caso, i fondi sarebbero nelle mani di istituzioni finanziarie). In pratica, però, le due questioni sono spesso collegate. Alcuni economisti affermano che un sistema pubblico finanziato per competenza sarebbe problematico perché, dal momento che un siffatto sistema finirebbe per detenere una quota molto rilevante della ricchezza nazionale, amplificherebbe il ruolo dello Stato nell'allocazione del

88-08-07773-X

che fondi ingenti sotto il diretto controllo dello Stato costituirebbero un incentivo troppo forte alla riduzione delle imposte o all'aumento della spesa pubblica; questo significherebbe depauperare i fondi stessi e finirebbe per promuovere il ritorno a un sistema finanziato per competenza. La storia offre un certo sostegno a questo timore: chi progettò il sistema della Social Security desiderava che il sistema accumulasse fondi fiduciari in una misura che non è mai stata raggiunta.

Le questioni in esame hanno cominciato a interessare l'opinione pubblica alla fine degli anni 1990, quando i politici hanno cominciato a rendersi conto che il sistema, come oggi configurato, non era sostenibile, dal momento che le risorse raccolte attraverso l'imposizione sul reddito da lavoro non erano sufficienti a corrispondere agli anziani i benefici promessi; secondo la maggior parte delle stime e delle proiezioni, il problema si sarebbe manifestato in tutta la sua gravità con il raggiungimento, nei primi due decenni del ventunesimo secolo, dell'età pensionabile da parte dei cosiddetti baby-boomer (i nati nei due decenni seguenti la seconda guerra mondiale). A soluzione del problema sono state avanzate diverse proposte: dal mantenimento del sistema attuale grazie a una combinazione di maggiori imposte e minori benefici; a un progressivo spostamento verso un sistema finanziato per competenza, con o senza l'inclusione di forme di privatizzazione. Attualmente la soluzione del problema è ancora oggetto di un infuocato dibattito.[1]

Allocare gli investimenti di una economia

Il modello di Solow si fonda sull'ipotesi semplificatrice che esista un solo tipo di capitale. Nel mondo, ovviamente, ce ne sono molti. Le imprese private investono in forme tradizionali di capitale, come i bulldozer e le acciaierie, o in forme più moderne, come i computer e i robot; gli stati investono in diverse forme di capitale pubblico, denominate *infrastrutture*, come strade, ponti e sistemi fognari.

Oltre a queste forme di capitale c'è anche il *capitale umano*: le competenze e le conoscenze che i lavoratori acquisiscono attraverso l'istruzione, da quella obbligatoria nell'infanzia fino all'addestramento sul posto di lavoro in età adulta. Sebbene la forma più semplice del modello di Solow comprenda esclusivamente il capitale fisico e non cerchi di dare una spiegazione all'efficienza del lavoro, sotto molti aspetti il capitale umano può essere considerato alla stessa stregua del capitale fisico. Come quello fisico, il capitale umano espande la nostra capacità di produrre beni e servizi; aumentare il capitale umano richiede investimenti, che assumono la forma di insegnanti, biblioteche e tempo dedicato allo studio dagli studenti. Le ricerche più recenti sulla crescita economica hanno evidenziato che il capitale umano è importante quanto quello fisico per spiegare le differenze di tenore di vita da un paese all'altro.[2]

Politici e pubblici funzionari che cercano di stimolare la crescita economica devono confrontarsi con la questione di quale sia la forma di capitale di cui il paese ha maggior bisogno: in altre parole, quale forma di capitale gode del prodotto marginale più elevato? In buona misura, politici e pubblici funzionari possono affidarsi al mercato per distribuire il risparmio disponibile tra tipi alternativi di investimenti: i settori che offrono il prodotto marginale del capitale più elevato saranno quelli più disponibili a indebitarsi ai tassi d'interesse di mercato per finanziare nuovi investimenti. Molti economisti sostengono che lo Stato dovrebbe limitarsi semplicemente a delimitare il campo di gioco e definire regole uguali per tutti (per esempio, facendo in modo che la tassazione che grava sulle diverse forme di capitale sia uniforme), affidandosi poi al mercato per allocare il capitale in modo efficiente.

Altri economisti suggeriscono che lo Stato debba attivamente incoraggiare gli investimenti in particolari forme di capitale. Supponiamo, per esempio, che una innovazione tecnologica sia il sottoprodotto di specifiche attività economiche. Questo accade nel caso in cui un processo di produzione nuovo e più efficace viene individuato durante il processo di accumulazione di capitale (un fenomeno noto come *learning by doing*, ovvero apprendere facendo) e se questo processo produttivo diviene parte delle conoscenze diffuse della società. Tale innovazione viene detta *esternalità tecnologica*. In presenza di tali esternalità il beneficio collettivo che deriva da un determinato tipo di capitale supera il beneficio privato e i vantaggi che la società può trarre da un'accumulazione accelerata di tale forma di capitale sono maggiori di quelli che il modello di Solow parrebbe suggerire.[3] Inoltre, alcuni tipi di accumulazione di capitale potrebbero comportare più esternalità di altri: per esempio, se installare un robot produce esternalità tecnologiche superiori alla costruzione di una nuova acciaieria, forse lo Stato dovrebbe utilizzare la normativa tributaria per incentivare l'investimento in robot. Il successo di una siffatta *politica*

[1] Per approf
la questione del
ma della previ
sociale negli Stat
ti vedi Steven A
e Robert K. Tri
cura di), *Social*
rity Reform: Li
Saving, Invest
and Growth, C
rence Series N
Federal Reserve
of Boston, gi
1997.

[2] N. Gr
Mankiw, D
Romer e Davi
Weil, «A Contrib
to the Empiri
Economic Gro
Quarterly Jour
Economics (m
1992) pp. 407-

[3] Paul Ro
«Crazy Explana
for the Produc
Slowdown», A
Macroeconomic
nual 2 (1987)
163-201.

88-08-07773-X

industriale, come viene spesso chiamata, richiede che il governo sia in grado di misurare le esternalità generate da diverse forme di attività economica, in modo da poter definire i giusti incentivi.

Molti economisti sono scettici sull'efficacia della politica industriale per due ragioni. In primo luogo, misurare le esternalità in diversi settori è così difficile da essere praticamente impossibile. E se una politica è basata su misurazioni imprecise, rischia di essere controproducente. In secondo luogo, il processo politico è ben lungi dall'essere perfetto: nel momento in cui un governo entra nell'ordine di idee di agevolare determinati settori con sussidi e sgravi fiscali, le sue scelte rischiano di essere dettate non solo dalle esternalità che generano, ma anche da considerazioni di carattere politico.

Un tipo di capitale che, necessariamente, comporta l'intervento del governo è il capitale pubblico; le amministrazioni centrali e locali devono decidere quasi quotidianamente se indebitarsi per finanziare la costruzione di nuove strade, ponti e sistemi di trasporto. Durante la sua prima campagna presidenziale Bill Clinton ha sostenuto che gli Stati Uniti avevano investito troppo poco in infrastrutture, e che un più elevato volume di investimenti in infrastrutture avrebbe reso l'economia più produttiva in misura determinante. Questa dichiarazione ha trovato sostenitori e critici tra gli economisti, ma, in generale, tutti gli economisti concordano nell'affermare che la misurazione del prodotto marginale del capitale pubblico è problematica: il capitale privato genera un tasso di profitto facilmente misurabile per l'impresa che lo possiede, mentre i benefici del capitale pubblico sono più diffusi.

Incentivare il progresso tecnologico
Il modello di Solow dimostra che una crescita sostenuta e duratura del reddito per lavoratore deriva necessariamente dal progresso tecnologico. Il modello di Solow, però, considera il progresso tecnologico come una variabile esogena e non ne offre una spiegazione. Sfortunatamente le determinanti del progresso tecnologico non sono sufficientemente conosciute.

Nonostante questa limitata conoscenza, molti interventi di politica economica sono pensati con il fine di stimolare il progresso tecnologico. La maggior parte di questi provvedimenti incentivano il settore privato a destinare risorse all'innovazione tecnologica. Per esempio, il sistema dei brevetti offre un temporaneo monopolio agli inventori di nuovi prodotti o processi; la normativa tributaria prevede sgravi e sussidi per le aziende che si dedicano alla ricerca e allo sviluppo; alcune agenzie governative (come la National Science Foundation negli Stati Uniti) sovvenzionano direttamente la ricerca di base nelle università. Inoltre, come abbiamo già detto, i sostenitori degli interventi di politica industriale affermano che lo Stato dovrebbe sostenere un ruolo più attivo nella promozione di determinati settori, che rappresentano la chiave di un rapido progresso tecnologico.

ANALISI DI UN CASO

IL RALLENTAMENTO GLOBALE DELLA CRESCITA ECONOMICA

Uno dei problemi che ha suscitato maggiore perplessità tra gli studiosi di politica economica è il rallentamento della crescita economica che si è verificato a livello mondiale a partire dai primi anni 1970. La tabella 8.2 presenta i dati relativi alla crescita del PIL reale pro capite delle sette maggiori economie mondiali. La crescita negli Stati Uniti è scesa dal 2,2% all'1,5% e anche gli altri paesi hanno sperimentato diminuzioni di entità equivalente o maggiore. Accumulandosi nel corso degli anni, una variazione anche modesta del tasso di crescita ha un effetto rilevante sul benessere economico. Il reddito reale degli Stati Uniti è oggi inferiore di circa il 20% a quanto sarebbe potuto essere se la crescita avesse mantenuto i livelli dei decenni precedenti.

Perché si è verificato questo rallentamento? Alcuni studi empirici hanno dimostrato che il rallentamento della crescita è attribuibile a un rallentamento del tasso a cui la funzione di produzione migliora nel tempo. L'Appendice a questo capitolo spiega come gli economisti procedono alla misurazione della funzione di produzione, ricorrendo a una variabile denominata *produttività totale dei fattori*, strettamente correlata all'efficienza del lavoro del modello di Solow. Tuttavia sono state formulate diverse ipotesi per spiegare questa caduta della crescita della produttività. Ne analizziamo quattro.

I problemi di misurazione È possibile che non si sia effettivamente verificato un rallentamento della produttività, ma che i dati rilevati siano in qualche modo viziati. Come rammenterete dal capitolo 2, un problema legato alla corretta misurazione dell'inflazione è l'aggiustamento per tenere conto dei cambiamenti nella qualità di beni e servizi. Il medesimo problema si può porre nel momento in cui si misurano produzione e produttività. Per esempio, se una innovazione tecnologica porta a un aumento della quantità di computer prodotti, l'aumento della produzione e della produttività è di facile misurazione; ma se una innovazione tecnologica permette di costruire computer *più veloci*, produzione e produttività aumentano, ma tale aumento è assai più difficile da misurare. Le istituzioni che provvedono alla redazione delle statistiche ufficiali cercano di correggere le proprie rilevazioni per tenere conto delle variazioni qualitative, ma, nonostante i loro sforzi, i dati che ne risultano sono ben lungi dall'essere perfetti.

88-08-07773-X

Tabella 8.2 Il rallentamento della crescita nel mondo

	Crescita del prodotto pro capite (percentuale annua)		
Paese	*1948-1972*	*1972-1995*	*1995-2000*
Canada	2,9	1,8	2,7
Francia	4,3	1,6	2,2
Germania Federale	5,7	2,0	
Germania			1,7
Italia	4,9	2,3	4,7
Giappone	8,2	2,6	1,1
Gran Bretagna	2,4	1,8	2,5
Stati Uniti	2,2	1,5	2,9

Nota: I dati tedeschi prima del 1995 si riferiscono alla sola Repubblica Federale Tedesca; dopo il 1995 alla Germania unificata.
Fonte: Angus Maddison, *Phases of Capitalist Development*, Oxford, Oxford University Press, 1982; OECD National Accounts e International Financial Statistics.

La mancata rilevazione dei miglioramenti qualitativi implica che il nostro tenore di vita aumenta più rapidamente di quanto indicano i dati ufficiali. La questione dovrebbe renderci più cauti rispetto ai dati ufficiali, ma non può, da sé sola, spiegare il *rallentamento* della produttività: perché se così fosse, si dovrebbe sostenere e documentare un *aggravamento* dei problemi di misurazione. Anche di questo fenomeno esistono indizi evidenti: con il trascorrere del tempo, meno lavoratori sono occupati in settori che hanno una produzione tangibile e facilmente misurabile, come l'agricoltura, e sempre di più lavorano in comparti che hanno una produzione intangibile, come la sanità. In ogni caso sono pochi gli economisti convinti che i problemi di misurazione, da soli, bastino a spiegare il fenomeno.

I prezzi del petrolio Quando il rallentamento della produttività ha cominciato a manifestarsi, intorno al 1973, l'ipotesi più ovvia per spiegarlo è stata il forte aumento dei prezzi del petrolio provocato dall'azione dei paesi aderenti al cartello petrolifero dell'OPEC. La prova principale era la simultaneità: la crescita della produttività ha cominciato a rallentare proprio nel momento in cui i prezzi del petrolio sono schizzati verso l'alto. Con il trascorrere del tempo, però, questa spiegazione ha perso plausibilità. Una delle ragioni è che il rallentamento cumulato della produttività appare troppo elevato per essere spiegato esclusivamente dall'aumento dei prezzi del petrolio: i derivati del petrolio non rappresentano la quota maggiore dei costi dell'impresa media. Inoltre, se questa spiegazione fosse valida, la produttività avrebbe dovuto accelerare a partire dal 1986, in corrispondenza della caduta dei prezzi del petrolio, dovuta al disaccordo politico in seno all'OPEC. Sfortunatamente ciò non è accaduto.

La qualità del lavoro Alcuni economisti hanno ipotizzato che il rallentamento della produttività possa essere attribuito a cambiamenti della forza lavoro. Nei primi anni 1970 la generazione dei baby-boomer cominciava a uscire dalla scuola e ad affacciarsi nel mondo del lavoro; nello stesso tempo, l'evoluzione delle regole sociali spingeva molte donne a uscire di casa per entrare nella forza lavoro; entrambi questi fenomeni hanno abbassato il livello medio di esperienza e di competenza dei lavoratori, inducendo un abbassamento del livello medio di produttività.

Altri economisti, invece, enfatizzano i cambiamenti della qualità del lavoro dovuti al capitale umano; sebbene il livello di istruzione della forza lavoro sia oggi più elevato che in passato, non è cresciuto quanto in passato; inoltre, l'abbassamento della valutazione media ottenuta in alcuni test standard lascerebbe spazio all'ipotesi di un abbassa-

© 88-08-07773-X

mento della qualità dell'istruzione; un fenomeno del genere potrebbe spiegare il rallentamento della crescita della produttività.

La mancanza di idee Altri economisti hanno suggerito che il mondo abbia cominciato a esaurire le nuove idee da applicare alla produzione e che, di conseguenza, sia entrato in un'epoca di più lento progresso tecnologico. Questi economisti affermano che l'anomalia non è il periodo a partire dagli anni 1970, ma i due decenni precedenti. Alla fine degli anni 1940 l'economia aveva a disposizione un enorme serbatoio di idee che non erano state attuate a causa della Grande Depressione degli anni 1930 e della seconda guerra mondiale nella prima metà degli anni 1940. Una volta esaurito questo serbatoio, prosegue la loro argomentazione, il rallentamento della crescita della produttività era inevitabile. In effetti, anche se gli attuali tassi di crescita sono modesti, rispetto a quelli registrati negli anni 1950-1960, non sono più bassi della media rilevata nel periodo 1870-1950.

Chi, tra i sospettati, è il colpevole? Ciascuno di loro è un potenziale colpevole perfetto, ma è difficile provarne la colpevolezza al di là di ogni ragionevole dubbio. Il rallentamento della produttività a livello mondiale ancora oggi rimane un mistero.[4]

ANALISI DI UN CASO

LE TECNOLOGIE INFORMATICHE E LA NEW ECONOMY

Qualunque medico vi potrà confermare che la malattia di un paziente a volte si risolve da sé, perfino se il medico non è riuscito a formulare una diagnosi convincente e a individuare una cura. Questo sembra essere esattamente ciò che è accaduto al rallentamento della produttività discusso sopra. Gli economisti non sono ancora riusciti a spiegarlo ma, a metà degli anni 1990, il problema è scomparso: la crescita economica è decollata, come dimostra la terza colonna della tabella 8.2; negli Stati Uniti la crescita del prodotto pro capite ha accelerato da 1,5% a 2,9% all'anno. Per questa nuova stagione di crescita accelerata, i giornalisti hanno coniato il termine «new economy»: la nuova economia.

Come è accaduto nel caso del rallentamento della crescita della metà degli anni 1970, l'accelerazione degli anni 1990 è difficile da spiegare in maniera definitiva. Ma, certamente, parte del merito deve essere attribuito alle innovazioni tecnologiche dei computer e dell'informazione, tra cui Internet.

Gli esperti del settore informatico citano spesso la legge di Moore, secondo la quale il prezzo della potenza di elaborazione si dimezza ogni 18 mesi. Non si tratta di un'ineludibile legge di natura, ma di una regolarità empirica che descrive la rapidità del progresso tecnologico che ha caratterizzato questo settore. Negli anni 1980 e nei primi anni 1990 gli economisti si sono sorpresi per il fatto che i rapidi progressi della tecnologia informatica non avessero avuto un effetto più evidente sull'andamento dell'economia in generale. L'economista Robert Solow giunse perfino a dire che «l'era dei computer è arrivata ovunque, meno che nelle statistiche sulla produttività».

Ci sono due ragioni per cui gli effetti macroeconomici della rivoluzione informatica si sono manifestati solo a partire dalla seconda metà degli anni 1990. La prima è che, in precedenza, il settore informatico non rappresentava che una minima parte dell'economia: nel 1990 hardware e software pesavano per lo 0,9% del PIL reale; ma nel 1999 la loro quota era salita al 4,2%. Quando il settore ha acquisito un maggior peso nell'economia, i progressi tecnologici realizzati nel suo ambito hanno avuto un effetto più rilevante a livello di sistema.

La seconda ragione del ritardo nel manifestarsi dei benefici della rivoluzione informatica è che alle imprese è stato necessario del tempo per capire come poter sfruttare al meglio le nuove tecnologie. Quando un'azienda cambia il proprio sistema di produzione e addestra i propri dipendenti a utilizzare nuove tecnologie, è costretta ad abbandonare i mezzi di produzione tradizionali. Questo può comportare una temporanea caduta della produttività, prima che si riesca a sfruttare tutti i potenziali benefici offerti dal nuovo approccio alla produzione. Anzi, alcuni economisti sono convinti che proprio l'iniziale diffusione dei computer nelle aziende possa spiegare, almeno in parte, il rallentamento della produttività degli anni 1970.

La storia dell'economia conforta in qualche misura questa tesi, secondo cui le nuove tecnologie cominciano a influenzare la crescita con ritardo rispetto alla loro applicazione. La lampadina elettrica fu inventata nel 1879, ma sono occorsi molti decenni prima che l'energia elettrica cominciasse ad avere un effetto sensibile sulla crescita economica. Le aziende, per poterne sfruttare i vantaggi, hanno dovuto fare ben più che sostituire le macchine a vapore con i motori elettrici: hanno dovuto ripensare completamente l'organizzazione del lavoro. Analogamente, sostituire sulle scrivanie le macchine per scrivere con i personal computer e i programmi di videoscrittura, come accadeva frequentemente negli anni 1980, ha avuto un modestissimo effetto immediato sulla produttività: solo in seguito, con Internet e altre applicazioni avanzate di sistemi informatici, i computer hanno dispiegato completamente il proprio potenziale economico.

Alla fine tutti gli avanzamenti tecnologici si trasformano in crescita economica, come è accaduto a partire dalla seconda metà degli anni 1990. L'accelerazione della crescita ha proceduto per tre canali differenti: in primo luogo, dato che il settore informatico è parte dell'economia, un aumento di produttività nel settore fa aumentare direttamente la produttività del sistema nel suo complesso; in secondo luogo, dato che i computer sono beni capitali, la diminuzione del loro prezzo permette alle aziende di accumulare una maggiore quantità di capitale per ogni euro di spesa per investimenti, e il conseguente aumento dell'accumulazione di capitale fa aumentare la crescita in tutti i settori che utilizzano i computer come fattori di produzione; in terzo luogo, l'innovazione nel settore informatico induce una riconsiderazione dei metodi di produzione anche in altri settori, con la conseguente crescita della produttività.

La domanda che rimane ancora senza risposta è se il settore informatico resterà ancora a lungo un motore di crescita: la legge di Moore può descrivere il futuro con la stessa accuratezza con cui descrive il passato? I progressi tecnologici dei prossimi decenni saranno tanto rivoluzionari quanto lo è stata l'invenzione di Internet negli anni 1990? Restate sintonizzati.[5]

[4] Per confrontare diversi punti di vista sul rallentamento della crescita della produttività vedi «Symposium: The Slowdown in Productivity Growth», *The Journal of Economic Perspectives* 2 (autunno 1988), pp. 3-98.

© 88-08-07773-X

8.3 La crescita: dalla teoria alla prassi

In questo capitolo, fino a questo punto, abbiamo introdotto nel modello di Solow il progresso tecnologico come variabile esogena, in modo da spiegare la continuità della crescita del tenore di vita che si verifica nelle economie industrializzate. Abbiamo poi utilizzato questo schema di riferimento per analizzare alcune delle questioni fondamentali con cui si confrontano i responsabili della politica economica. Vediamo ora cosa accade quando queste teorie vengono messe a confronto con la realtà.

La crescita bilanciata

Secondo il modello di Solow il progresso tecnologico induce un aumento simultaneo del valore di molte variabili nello stato stazionario. Questa proprietà, detta *crescita bilanciata*, è molto utile per spiegare i dati di lungo periodo dell'economia statunitense.

Consideriamo dapprima il prodotto per lavoratore, Y/L, e il capitale per lavoratore, K/L. Secondo il modello di Solow, nello stato stazionario entrambe queste variabili crescono allo stesso tasso del progresso tecnologico. Negli Stati Uniti i dati relativi agli ultimi 50 anni mostrano che il prodotto per lavoratore e il capitale per lavoratore sono effettivamente cresciuti approssimativamente allo stesso tasso: circa il 2% all'anno. In altre parole, il rapporto capitale-prodotto è rimasto approssimativamente costante nel tempo.

Il progresso tecnologico influenza anche il prezzo dei fattori. Il problema 3(d) alla fine del capitolo chiede agli studenti di dimostrare che, nello stato stazionario, il salario reale cresce allo stesso tasso del progresso tecnologico. La rendita reale del capitale, tuttavia, è costante nel tempo. Ancora una volta, queste previsioni teoriche trovano conforto nei dati dell'economia statunitense: negli ultimi 50 anni i salari reali sono aumentati mediamente circa del 2% all'anno; un tasso pressoché identico a quello della crescita del PIL reale per lavoratore. Allo stesso modo, la rendita reale del capitale (misurata come reddito reale da capitale diviso per lo stock di capitale) è rimasta sostanzialmente inalterata.

Le previsioni del modello di Solow sul prezzo dei fattori – e il loro successo – sono notevoli soprattutto se confrontate con la teoria dello sviluppo delle economie capitaliste elaborata da Karl Marx. Marx aveva previsto che il rendimento del capitale sarebbe declinato nel tempo, e che questo avrebbe portato a crisi economiche e politiche. La

[5] Sull'argomento, vedi gli atti del convegno su «Computers and Productivity», *Journal of Economic Perspectives* (autunno 2000). Sul parallelo tra computer ed elettricità, vedi Paul A. David, «The Dynamo and the Computer: A Historical Perspective on the Modern Production Paradox», *American Economic Review* 80, no. 2 (maggio 1990), pp. 355-361.

storia non ha confermato le previsioni di Marx, e questo spiega, almeno in parte, perché oggi studiamo la teoria della crescita elaborata da Solow, e non quella di Marx.

La convergenza

Un viaggio intorno al mondo può mettere in contatto con l'enorme variabilità del tenore di vita di diverse popolazioni. I paesi poveri del mondo hanno un livello medio di reddito pro capite spesso inferiore a un decimo di quello di cui godono i paesi più ricchi. Queste differenze di reddito si riflettono anche in ogni altro indicatore di qualità della vita: dal numero di apparecchi telefonici o televisivi per abitante al tasso di mortalità infantile, all'aspettativa di vita.

Molti studi sono stati dedicati alla questione della possibile convergenza di tutte le economie e in particolare alla verifica dell'ipotesi che le economie che partono più svantaggiate tendono a crescere più rapidamente di quelle privilegiate e, perciò, a raggiungerle naturalmente. Questa proprietà è detta *convergenza*.

Per capire lo studio della convergenza, ricorriamo a un'analogia. Immaginiamo di raccogliere dati relativi a studenti universitari. Alla fine del primo anno alcuni studenti hanno la media del 30, altri del 25, e altri ancora del 18. Vi aspettereste che i voti degli studenti tendano a convergere nel corso dei seguenti tre anni di studio? La risposta dipende dalla ragione per cui la media dei voti del primo anno è stata diversa. Se le differenze si sono verificate perché alcuni studenti provenivano da licei migliori, ci si può aspettare che quelli inizialmente svantaggiati tendano a ridurre la differenza e comincino ad avvicinarsi ai colleghi meglio preparati. Ma se le differenze dipendono dal fatto che alcuni studenti sono più intelligenti e diligenti di altri, ci si può aspettare che permangano nel tempo.

Il modello di Solow prevede che lo stesso valga anche per le economie nazionali: l'eventuale convergenza dipende dalla ragione della diversità originaria. Da una parte, se per un accidente della storia due economie con il medesimo stato stazionario sono partite con uno stock di capitale diverso, possiamo presumere che tendano nel tempo a convergere sul livello più elevato: l'economia con lo stock di capitale più basso tenderà naturalmente a crescere più rapidamente (in uno dei casi analizzati nel capitolo 7 abbiamo utilizzato questa logica per spiegare la rapidità della crescita di Giappone e Germania dopo la seconda guerra mondiale). Dall'altra, se due economie hanno un diverso stato stazionario, per esempio a causa di un tasso di risparmio differente, non ci dovremmo aspettare che convergano: ciascuna tenderà ad avvicinarsi progressivamente al proprio stato stazionario.

L'esperienza reale è coerente con l'assunto teorico. Studi condotti su campioni di economie con cultura e politiche economiche simili rivelano una tendenza alla convergenza, che procede a un tasso del 2% all'anno. Questo significa che le differenze tra paesi ricchi e paesi poveri tendono a diminuire a un ritmo del 2% all'anno. Un esempio è dato dalle economie dei singoli stati che compongono gli Stati Uniti. Per ragioni storiche, tra le quali la Guerra civile degli anni 1860, un secolo fa il livello del reddito medio pro capite nei diversi stati era estremamente variabile. Nel tempo, queste differenze si sono progressivamente attenuate.

Dall'analisi dei dati internazionali emerge un quadro più complesso. Se i ricercatori si limitano a esaminare i dati del reddito pro capite, trovano scarso riscontro alle ipotesi di convergenza: i paesi poveri in partenza mediamente non crescono più rapidamente di quelli ricchi in partenza. Questi risultati suggeriscono che paesi diversi hanno diversi stati stazionari. Ma se si utilizzano strumenti statistici per depurare i risultati dall'influenza di alcune delle determinanti dello stato stazionario, come il tasso di risparmio, il tasso di crescita della popolazione e il livello di istruzione scolastica, i dati tornano a mostrare una convergenza al tasso del 2% all'anno. In altre parole, le economie mondiali mostrano una tendenza alla *convergenza condizionale*: sembrano convergere verso il proprio stato stazionario che, a sua volta, è determinato dal risparmio, dalla crescita della popolazione e dal livello di istruzione.[6]

L'accumulazione dei fattori e l'efficienza produttiva

In termini contabili, le differenze internazionali del reddito pro capite possono essere attribuite a (1) differenze nei fattori di produzione, come la quantità di capitale fisico o di capitale umano, o (2) differenze nell'efficienza con cui le economie utilizzano i fattori di produzione di cui dispongono. Ovvero, il lavoratore di un paese povero può essere povero perché manca di utensili o di competenze, o perché gli utensili e le competenze di cui dispone non vengono sfruttate al meglio. Per descrivere la questione nei termini del modello di Solow, la differenza tra paesi ricchi e paesi poveri può essere spiegata da differenze nell'accumulazione dei fattori (incluso il capitale umano) o nella funzione di produzione.

[6] Robert Barro e Xavier Sala-i-Martin, «Convergence Across States and Regions», *Brookings Papers on Economic Activity*, no. 1 (1991), pp. 107-182; e N. Gregory Mankiw, David Romer e David N. Weil, «A Contribution to the Empirics of Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics* (maggio 1992), pp. 407-437.

Molti studi hanno tentato di stimare l'importanza relativa di queste due fonti di disparità di reddito. Questi studi giungono a risposte quantitativamente divergenti, ma, dal punto di vista qualitativo, attribuiscono importanza sia all'accumulazione dei fattori sia all'efficienza produttiva. Anzi, spesso la conclusione a cui giungono è che i due elementi siano direttamente correlati: le nazioni con un elevato livello di capitale fisico e umano tendono e usare i fattori con più efficienza.[7]

Ci sono molte possibili interpretazioni di questa relazione diretta. Un'ipotesi è che una economia efficiente incoraggi l'accumulazione di capitale. Per esempio, un individuo in un sistema economico ben funzionante può disporre di maggiori risorse e incentivi per prolungare gli studi e accumulare capitale umano. Un'altra ipotesi è che l'accumulazione di capitale possa generare una maggiore efficienza. Se ci sono esternalità positive legate al capitale fisico e umano (una possibilità già indicata in precedenza, in questo capitolo), i paesi che risparmiano e investono di più potrebbero avere funzioni di produzione migliori (a meno che le ricerche tengano conto di tali esternalità, cosa difficile da fare). Dunque, una maggiore efficienza produttiva può provocare una maggiore accumulazione di capitale, o viceversa.

Un'ipotesi finale è che sia l'accumulazione dei fattori sia l'efficienza produttiva siano governati da una terza variabile. Forse questa terza variabile comune è la qualità delle istituzioni di un paese, compreso il processo di formulazione dei provvedimenti legislativi. Come ha affermato un economista, quando i governi sbagliano, sbagliano di grosso: scelte sbagliate, come alta inflazione, elevati deficit dei conti pubblici, diffusa interferenza con il funzionamento del mercato e corruzione, spesso procedono di pari passo. Non deve sorprendere che economie mal gestite accumulino meno capitale e non usino quello di cui dispongono con la massima efficienza possibile.

8.4 Oltre il modello di Solow: la teoria della crescita endogena

Un chimico, un fisico e un economista fanno naufragio e approdano a un'isola deserta. La sorte è benigna: sulla spiaggia trovano una cassa di cibi in scatola. Ma non hanno un apriscatole.

Il chimico propone: «Riscaldiamo le lattine fino a farle esplodere».

Il fisico: «Gettiamole sulle rocce dall'alto della scogliera».

L'economista: «Ipotizziamo di avere un apriscatole...»

Questa ormai datata barzelletta si fa beffe dell'abitudine degli economisti di formulare ipotesi per semplificare, a volte eccessivamente, i problemi con cui si devono confrontare. Ed è una analisi particolarmente efficace delle teorie della crescita economica: uno degli obiettivi delle teorie della crescita economica è offrire una spiegazione al progressivo e continuo miglioramento del tenore di vita che si osserva in molte parti del mondo. Il modello di Solow dimostra che questa progressiva e persistente crescita è da attribuire al progresso tecnologico. Ma da cosa discende il progresso tecnologico? Il modello di Solow si limita a prenderlo per dato.

Per comprendere a fondo il processo di crescita economica dobbiamo andare oltre il modello di Solow e sviluppare modelli teorici che riescano a spiegare il progresso tecnologico. I modelli di questo tipo vanno spesso sotto la denominazione **teoria della crescita endogena**, perché rifiutano di adottare l'ipotesi semplificatrice di esogenità del cambiamento tecnologico, introdotta nel modello di Solow. Il campo della teoria della crescita endogena è ampio e sotto molti aspetti complesso; tuttavia tenteremo di gettare un po' di luce sui suoi più recenti sviluppi.[8]

Il modello di base

Per illustrare l'idea sottesa alla teoria della crescita endogena, cominciamo da una funzione di produzione particolarmente semplice:

$$Y = AK$$

dove Y è la produzione, K lo stock di capitale e A una costante che misura la quantità di prodotto per unità di capitale. Si noti che questa funzione di produzione non gode della proprietà del prodotto marginale decrescente: ogni unità di capitale aggiuntiva produce A unità aggiuntive di prodotto, indipendentemente dallo stock di capitale. L'assenza di rendimenti del capitale decrescenti è la differenza chiave tra questo modello e quello di Solow.

Vediamo ora cosa implica questa funzione di produzione per la crescita economica. Come in precedenza, ipotizziamo che una porzione s del reddito sia risparmiata e investita: possiamo così descrivere l'accumulazione di capitale con un'equazione analoga a quelle usate in precedenza:

$$\Delta K = sY - \delta K$$

Questa equazione dice che la variazione dello stock di capitale (ΔK) è pari alla differenza tra investimenti (sY) e ammortamenti (δK). Combinando questa equazione con la funzione di produzione Y

[7] Robert E. Ha
Charles I. Jones, «W
Do Some Countr
Produce So Mu
More Output p
Worker Then Other
Quarterly Journal
Economics 114 (fe
braio 1999), pp. 8
116; e Peter J. Klen
e Andres Rodrigue
Clare, «The Neoclas
cal Revival in Grow
Economics: Has
Gone Too Far?» *NBE*
Macroeconomics Ann
al (1997), pp. 73-10

[8] Questo paragra
offre una sintetica i
troduzione all'ampia
affascinante letterat
ra riguardante la teor
della crescita endog
na. Tra i contribu
pionieristici e fond
mentali all'argomen
si devono include
Paul Romer, «Increa
ing Returns and Long
Run Growth», *Journa*
of Political Economy 9
(ottobre 1986), pp
1002-1037; e Robe
E. Lucas Jr., «On th
Mechanics of Econo
mic Development»
Journal of Monetar
Economics 22 (1988)
pp. 3-42. Il lettore
inoltre, potrà fare util
mente riferimento a
manuale di Charles I
Jones, *Introduction t*
Economic Growth
New York, Norton
1998.

88-08-07773-X

$= AK$, con qualche manipolazione otteniamo

$$\Delta Y/Y = \Delta K/K = sA - \delta$$

Questa equazione mostra ciò che determina il tasso di crescita della produzione $\Delta Y/Y$: si noti che fino a quando è soddisfatta la condizione $sA > \delta$, l'economia cresce progressivamente, anche in assenza dell'ipotesi di un progresso tecnologico esogeno.

Dunque, un semplice cambiamento della funzione di produzione può modificare drasticamente le previsioni sulla crescita economica. Nel modello di Solow il risparmio riesce a stimolare la crescita solo temporaneamente, perché i rendimenti decrescenti del capitale costringono l'economia a tendere verso uno stato stazionario in cui la crescita dipende solo dal progresso tecnologico esogeno. Al contrario, risparmio e investimenti possono generare una crescita permanente in questo modello di crescita endogena.

È ragionevole abbandonare l'ipotesi dei rendimenti decrescenti del capitale? La risposta dipende dall'interpretazione che diamo alla variabile K nella funzione di produzione $Y = AK$. Se adottiamo l'interpretazione tradizionale, che include in K solo lo stock esistente di impianti e attrezzature, è naturale adottare anche l'ipotesi dei rendimenti decrescenti del capitale: se dotiamo un lavoratore di 10 computer, non riusciamo a renderlo dieci volte più produttivo che se fosse dotato di un solo computer.

I sostenitori della teoria della crescita endogena, però, sostengono che l'ipotesi dei rendimenti costanti del capitale (anziché decrescenti) è più adeguata nel caso si dia alla variabile K un'interpretazione più ampia. Il caso più eclatante a sostegno dell'ipotesi dei rendimenti costanti del capitale è quello in cui si considera la conoscenza come un tipo di capitale: la conoscenza è chiaramente un fattore di produzione importante in un sistema economico, sia nella produzione di beni e servizi, sia nella produzione di nuova conoscenza. Tuttavia, rispetto ad altre forme di capitale è meno ovvio ipotizzare che la conoscenza presenti la proprietà dei rendimenti decrescenti (anzi, alla luce del ritmo crescente di sviluppo delle innovazioni scientifiche e tecnologiche negli ultimi due secoli, alcuni economisti sostengono l'esistenza di rendimenti crescenti della conoscenza). Se accettiamo di considerare la conoscenza come una forma di capitale, questo modello di crescita endogena, con la sua ipotesi di rendimenti costanti del capitale, diventa una descrizione plausibile della crescita economica nel lungo periodo.

Un modello a due settori

Il modello $Y = AK$ è l'esempio più semplice di teoria della crescita endogena, e la ricerca lo ha già superato; una linea di approfondimento ha cercato di sviluppare un modello in cui è presente più di un settore produttivo, in modo da offrire una descrizione più realistica delle forze che governano il progresso tecnologico; per scoprire cosa possiamo apprendere da questi modelli, proviamo a costruirne un esempio semplificato.

Immaginiamo una economia in cui ci sono due settori produttivi, quello delle imprese industriali e quello delle università di ricerca. Le imprese producono beni e servizi destinati al consumo o agli investimenti in capitale fisico; le università producono un fattore di produzione detto «conoscenza», liberamente disponibile per l'utilizzo in entrambi i settori. L'economia viene così descritta dalla funzione di produzione delle imprese, dalla funzione di produzione delle università e dall'equazione di accumulazione di capitale:

$Y = F[K, (1 - u)EL]$	(funzione di produzione delle imprese industriali)
$\Delta E = g(u)E$	(funzione di produzione delle università di ricerca)
$\Delta K = sY - \delta K$	(accumulazione di capitale)

dove u è la frazione della forza lavoro impiegata nelle università (e, corrispondentemente, $1 - u$ quella impiegata nell'industria), E lo stock di conoscenza (che determina l'efficienza del lavoro) e g una funzione che mostra che la crescita dello stock di conoscenza dipende dalla frazione della forza lavoro impiegata nelle università. Le altre variabili della notazione sono quelle che utilizziamo abitualmente. Come al solito si ipotizza che la funzione di produzione delle imprese industriali abbia rendimenti di scala costanti: se raddoppiamo sia la quantità di capitale fisico (K) sia il numero di lavoratori effettivi dell'industria [$(1 - u)EL$], si raddoppia la produzione di beni e servizi (Y).

Questo modello è strettamente imparentato con il modello $Y = AK$ e descrive una economia che, includendo nella definizione di capitale anche la conoscenza, gode di un rendimento costante del capitale (anziché decrescente). Questo significa che se raddoppiamo sia il capitale fisico K sia lo stock di conoscenza E, si raddoppia la produzione di entrambi i settori che costituiscono l'economia. Ne consegue che, come nel caso del modello $Y = AK$, questo modello può generare una crescita persistente anche senza ipotizzare variazioni esogene della funzione di produzione: la permanenza della crescita è generata endogenamente perché la creazione di nuova conoscenza nelle università non rallenta mai.

Allo stesso tempo, però, questo modello è anche strettamente imparentato con il modello di crescita di Solow. Se u, la porzione di forza lavoro occupata nelle università, viene tenuta costante, l'efficienza del lavoro, E, cresce a un tasso costante, $g(u)$: la crescita costante dell'efficienza del lavoro a un tasso g è esattamente l'ipotesi formulata dal modello di Solow a proposito degli effetti del progresso tecnologico. Inoltre, il resto del modello (la funzione di produzione dell'industria e l'equazione dell'accumulazione di capitale) ha forti somiglianze con il modello di Solow. Di conseguenza, per ogni dato valore di u il modello di crescita endogena funziona esattamente come il modello di Solow.

In questo modello ci sono due variabili decisive. Come nel modello di Solow, la quota di produzione utilizzata per risparmio e investimenti, s, determina lo stock di capitale fisico di stato stazionario. Inoltre, la frazione di forza lavoro occupata nelle università, u, determina la crescita dello stock di conoscenza. Sia s sia u influenzano il livello di reddito, sebbene solo u condizioni il tasso di crescita del reddito di stato stazionario. Così, con questo modello, la teoria della crescita endogena compie un piccolo passo avanti nella spiegazione di come decisioni di carattere sociale determinino il tasso di progresso tecnologico.

La microeconomia della ricerca e dello sviluppo

Il modello di crescita endogena a due settori che abbiamo appena sviluppato ci avvicina a una migliore comprensione del progresso tecnologico, ma racconta una storia ancora molto approssimativa a proposito della creazione di conoscenza. Se si pensa anche solo per un momento al processo di ricerca e sviluppo, tre fatti balzano immediatamente in primo piano. Il primo è che, sebbene la conoscenza sia in larga misura un bene pubblico (cioè disponibile a tutti, liberamente), la maggior parte dell'attività di ricerca è compiuta da imprese guidate da una logica di profitto. Il secondo è che il profitto tratto dalla ricerca discende dal temporaneo monopolio di cui godono le singole imprese sulle proprie innovazioni o invenzioni, sia grazie al sistema di brevetti sia grazie al vantaggio di essere giunti per primi sul mercato con un nuovo prodotto. Il terzo è che quando un'impresa innova, altre imprese sfruttano la sua innovazione per produrre una nuova generazione di innovazioni. Questi fatti (essenzialmente microeconomici) non sono facilmente integrabili nei modelli di crescita (essenzialmente macroeconomici) che abbiamo sviluppato fin qui.

Alcuni modelli di crescita endogena tentano di integrare la realtà della ricerca e dello sviluppo. Fare ciò significa formulare un modello delle decisioni che le imprese devono prendere per intraprendere attività di ricerca e formulare un modello delle interazioni tra imprese che godono di un certo grado di potere monopolistico sulle proprie innovazioni.

Una delle domande a cui questi modelli devono offrire risposta è se, dal punto di vista della società nel suo complesso, le attività di ricerca di imprese che vogliono massimizzare il profitto siano insufficienti o eccessive. In altre parole, se il rendimento della ricerca in termini sociali (che è ciò che interessa alla società) sia maggiore o minore del rendimento privato (che è ciò che dà motivazione alla singola impresa). La risposta è che, in termini teorici, gli effetti vanno in entrambe le direzioni. Da una parte, quando un'impresa crea nuova tecnologia, migliora il benessere delle altre imprese, offrendo loro una base di conoscenze a partire dalla quale sviluppare nuove ricerche. Come ebbe a dire Isaac Newton: «Se siamo riusciti a guardare più lontano, è perché stiamo in piedi sulle spalle di giganti». Dall'altra, quando un'impresa investe in ricerca può anche far peggiorare la situazione delle altre imprese, semplicemente essendo la prima a scoprire una tecnologia per la quale anche altre imprese avevano intrapreso attività di ricerca. Questa duplicazione degli sforzi di ricerca è stata denominata effetto di «calpestarsi i piedi». Il fatto che le singole aziende, lasciate a se stesse, intraprendano troppa o troppo poca attività di ricerca dipende da quale delle due esternalità prevale: quella positiva, dello «stare in piedi sulle spalle dei giganti», o quella negativa, del «calpestarsi i piedi».

La teoria non giunge a una conclusione precisa sull'ottimalità delle attività di ricerca, ma i lavori empirici in questo settore sono meno ambigui. Molti studi sono giunti alla conclusione che l'esternalità positiva sia rilevante e, di conseguenza, lo sia anche il rendimento della ricerca in termini sociali: spesso superiore al 40% all'anno. Si tratta di un tasso di rendimento impressionante, soprattutto se messo a confronto con il rendimento del capitale fisico, che abbiamo già stimato essere intorno all'8% all'anno. Secondo il giudizio di alcuni economisti, questo risultato giustificherebbe sostanziosi sussidi statali alla ricerca.[9]

[9] Per una panc mica della letterat empirica sugli eff della ricerca, vedi Griliches, «The Sea for R&D Spillove *Scandinavian Jour of Economics* (1991), pp. 29-47.

88-08-07773-X

8.5 Conclusione

La crescita economica di lungo periodo è la più importante tra le determinanti del benessere economico dei cittadini di un paese: al suo confronto tutti gli altri oggetti della ricerca economica (disoccupazione, inflazione, disavanzi delle partite correnti, ecc.) impallidiscono.

Fortunatamente gli economisti conoscono abbastanza approfonditamente le forze che governano la crescita economica. Il modello di crescita di Solow, e i più recenti modelli di crescita endogena, mostrano che il risparmio, la crescita demografica e il progresso tecnologico interagiscono per la determinazione del livello e della crescita del tenore di vita di un paese. Queste teorie non offrono una garanzia di crescita rapida, ma una visione approfondita e una griglia intellettuale di riferimento per l'analisi delle scelte di politica economica.

IN SINTESI

1. Nello stato stazionario del modello di crescita di Solow il tasso di crescita del reddito pro capite è determinato esclusivamente dal tasso di progresso tecnologico, determinato esogenamente.
2. Nel modello di Solow con crescita della popolazione e progresso tecnologico, lo stato stazionario della regola aurea (cioè quello in cui il consumo è massimo) è caratterizzato dall'uguaglianza tra prodotto marginale netto del capitale ($PMK - \delta$) e tasso di crescita di stato stazionario ($n + g$). Nell'esperienza dell'economia statunitense, invece, il prodotto marginale netto del capitale eccede abbondantemente il tasso di crescita, indicando che l'economia americana ha una dotazione di capitale inferiore a quella richiesta dalla regola aurea.
3. Negli Stati Uniti e in altri paesi politici e funzionari pubblici affermano spesso che si dovrebbe allocare una porzione più elevata del reddito al risparmio e agli investimenti; un aumento del risparmio pubblico e incentivi fiscali al risparmio privato sono due modi per incoraggiare l'accumulazione di capitale.
4. Nei primi anni 1970 il tasso di crescita dell'economia è diminuito drasticamente in quasi tutti i paesi del mondo. Le cause di questo rallentamento non sono ancora completamente spiegate. A metà degli anni 1990 il tasso di crescita è aumentato, probabilmente a causa di innovazioni tecnologiche.
5. Molti studi empirici hanno cercato di stabilire la misura in cui il modello di Solow può contribuire a spiegare la crescita economica di lungo periodo, rivelando che può spiegare molti dei fenomeni che si riscontrano nell'analisi dei dati empirici, come la crescita bilanciata e la convergenza. Studi più recenti hanno rivelato che le differenze internazionali del tenore di vita sono attribuibili a una combinazione di accumulazione di capitale e di efficienza con cui lo stock di capitale viene utilizzato.
6. Le moderne teorie della crescita endogena tentano di dare una spiegazione al tasso di progresso tecnologico, che nel modello di Solow è assunto come dato. Questi modelli cercano di spiegare le decisioni che determinano la creazione di conoscenza attraverso attività di ricerca e sviluppo.

CONCETTI FONDAMENTALI

Efficienza del lavoro (p. 151)

Progresso tecnologico labor-augmenting (p. 151)

Teoria della crescita endogena (p. 161)

DOMANDE DI RIPASSO

1. Nel modello di crescita di Solow, cosa determina il tasso di crescita di stato stazionario del reddito per lavoratore?
2. Di quali dati avreste bisogno, per stabilire se un sistema economico dispone di una dotazione di capitale inferiore o superiore a quella dello stato stazionario della regola aurea?
3. In che modo politici e pubblici funzionari possono influenzare il tasso di risparmio di un paese?
4. Cosa è accaduto al tasso di crescita della produttività negli ultimi 40 anni? Com'è possibile spiegare questo fenomeno?
5. Nello stato stazionario del modello di Solow, a che tasso cresce il prodotto pro capite? A quale il capitale pro capite? Questi risultati del modello sono compatibili con i dati empirici relativi all'economia statunitense?
6. In che modo la teoria della crescita endogena spiega la permanenza della crescita economica, pur rinunciando all'ipotesi di progresso tecnologico esogenamente determinato? In cosa differisce dal modello di Solow?

88-08-07773-X

PROBLEMI E APPLICAZIONI

1. Una economia descritta dal modello di crescita di Solow ha la seguente funzione di produzione:

$$y = \sqrt{k}$$

   (a) Calcolate il valore di stato stazionario di y in funzione di s, n, g, δ.
   (b) Un paese industrializzato ha un tasso di risparmio del 28% e un tasso di crescita demografica dell'1% all'anno. Un paese in via di sviluppo ha un tasso di risparmio del 10% e un tasso di crescita demografica del 4% all'anno. In entrambi i paesi $g = 0{,}02$ e $\delta = 0{,}04$. Calcolate il valore di stato stazionario di y per entrambi i paesi.
   (c) Quali provvedimenti possono prendere i politici del paese in via di sviluppo al fine di aumentare il livello di reddito del paese?
2. Negli Stati Uniti la quota del PIL attribuita al capitale è approssimativamente pari al 30%, la crescita media della produzione è del 3% all'anno, il tasso di ammortamento è del 4% all'anno e il rapporto capitale/produzione è circa 2,5. Supponiamo che la funzione di produzione sia del tipo Cobb-Douglas, in modo che la quota del reddito attribuita al capitale sia costante, e che gli Stati Uniti si trovino in uno stato stazionario. (Per un ripasso della funzione di produzione Cobb-Douglas vedi l'Appendice al capitolo 3.)
   (a) Quale deve essere il tasso di risparmio nel momento iniziale? [*Suggerimento.* Ricorrete alla relazione $sy = (\delta + n + g)k$.]
   (b) Qual è il prodotto marginale del capitale nello stato stazionario iniziale?
   (c) Supponiamo che un intervento di politica economica faccia aumentare il tasso di risparmio in modo che l'economia raggiunga lo stock di capitale di stato stazionario della regola aurea. Quale sarà il prodotto marginale del capitale nello stato stazionario della regola aurea? Confrontate il livello iniziale con quello della regola aurea e spiegate eventuali differenze.
   (d) Quale sarà il rapporto capitale/produzione nello stato stazionario della regola aurea? (*Suggerimento.* In una funzione di produzione Cobb-Douglas il rapporto capitale/produzione è correlato al prodotto marginale del capitale.)
   (e) Quale deve essere il tasso di risparmio per fare in modo che l'economia raggiunga lo stato stazionario della regola aurea?
3. Dimostrate ciascuna delle seguenti affermazioni riguardanti lo stato stazionario in presenza di crescita demografica e progresso tecnologico.
   (a) Il rapporto capitale/produzione è costante.
   (b) A capitale e lavoro vengono attribuite quote costanti del reddito dell'economia. [*Suggerimento.* Rammentate la definizione $PMK = f(k + 1) - f(k)$.]
   (c) Il reddito totale da capitale e il reddito totale da lavoro crescono in misura corrispondente alla somma del tasso di crescita demografica e del tasso di progresso tecnologico, $n + g$.
   (d) La rendita reale del capitale è costante e il salario reale sce in misura corrispondente al tasso di progresso tecn gico g. (*Suggerimento.* La rendita reale del capitale è ug al rapporto tra reddito totale da capitale e stock di capi il salario reale è uguale al rapporto tra reddito totale d voro e forza lavoro.)
4. La quantità di istruzione somministrata al cittadino medio ria sensibilmente da paese a paese. Supponete di dover c frontare un paese dotato di una forza lavoro con un elevat vello di istruzione con un paese dotato di una forza lavoro s samente istruita; ipotizzate che l'istruzione influenzi esclus mente il livello di efficienza del lavoro; ipotizzate anche che to ogni altro aspetto i due paesi siano identici: stesso tasso d sparmio, stesso tasso di ammortamento, stessa dinamica mografica e stesso tasso di progresso tecnologico; entram paesi sono descritti da un modello di Solow e si trovano in stato stazionario. Cosa prevedete a proposito del livello dell guenti variabili?
   (a) Tasso di crescita del reddito totale.
   (b) Livello di reddito per lavoratore.
   (c) Rendita reale del capitale.
   (d) Salari reali.
5. Le seguenti domande vi chiedono di analizzare in maggior taglio il modello di crescita endogena a due settori presen nel testo.
   (a) Riscrivete la funzione di produzione del settore indust in termini di prodotto per lavoratore effettivo e capitale lavoratore effettivo.
   (b) In questa economia, qual è il livello degli investimen sviluppo uniforme (cioè, la quantità di investimenti ne saria per mantenere costante la dotazione di capitale pe voratore effettivo)?
   (c) Scrivete l'equazione dinamica di k da cui si deduce che è uguale alla differenza tra risparmio e investimenti di luppo uniforme. Usate questa equazione per tracciare grafico che illustri come si determina il valore di k di s stazionario. (*Suggerimento.* Questo grafico deve essere n to simile a quello che abbiamo utilizzato per analizza modello di Solow.)
   (d) In questa economia, qual è il tasso di crescita di stato zionario del prodotto aggregato per lavoratore, Y/L? In modo il tasso di risparmio, s, e la porzione della forza la ro occupata nelle università, u, influenzano il tasso di scita di stato stazionario?
   (e) Ricorrendo al grafico già tracciato, illustrate gli effetti di aumento di u. (*Suggerimento.* Questa variazione influe entrambe le curve.) Descrivetene gli effetti sia immediati sullo stato stazionario.
   (f) Sulla scorta della vostra analisi, un aumento di u è un ev to inequivocabilmente positivo per l'economia? Spiegat la ragione.

Appendice al capitolo 8

La contabilità delle fonti di crescita economica

Negli ultimi 40 anni il PIL reale degli Stati Uniti è cresciuto mediamente del 3% all'anno. Cosa spiega questa crescita? Nel capitolo 3 abbiamo messo in relazione la produzione dell'economia con i fattori di produzione (capitale e lavoro) e con la tecnologia di produzione. In questa sede svilupperemo una tecnica detta ***contabilità della crescita***, che suddivide la crescita della produzione in tre diverse fonti: (1) aumenti del capitale, (2) aumenti del lavoro e (3) progresso della tecnologia. Da questa suddivisione possiamo trarre una misura del tasso di progresso tecnologico.

Gli aumenti dei fattori di produzione

Cominciamo esaminando come aumentare i fattori di produzione contribuisca a far aumentare la produzione. Per farlo, ipotizziamo che non ci sia progresso tecnologico, in modo che la funzione di produzione che mette in relazione la produzione, Y, con il capitale, K, e il lavoro, L, sia costante nel tempo:

$$Y = F(K, L)$$

In questo caso la quantità di produzione varia solo a causa di variazioni della quantità di capitale o di lavoro.

Gli aumenti di capitale Innanzitutto consideriamo le variazioni del capitale. Se la quantità di capitale aumenta di ΔK unità, di quanto aumenta la produzione? Per rispondere a questa domanda, dobbiamo ricordare la definizione di prodotto marginale del capitale, PMK:

$$PMK = F(K + 1, L) - F(K, L)$$

Il prodotto marginale del capitale indica l'aumento di produzione che si ottiene aumentando il capitale di 1 unità; perciò, quando il capitale aumenta di ΔK unità, il prodotto aumenta approssimativamente di $PMK \times \Delta K$.[10]

Per esempio, supponiamo che il prodotto marginale del capitale sia 1/5: questo significa che 1 unità aggiuntiva di capitale comporta un aumento di 1/5 di unità del prodotto aggregato. Se aumentiamo la quantità di capitale di 10 unità, possiamo calcolare l'aumento del prodotto come:

$$\begin{aligned} \Delta Y &= \quad PMK \quad \Delta\times \quad K \\ &= \frac{1}{5}\,\frac{\text{Unità di prodotto}}{\text{Unità di capitale}} \times 10 \text{ Unità di capitale} \\ &= 2 \text{ Unità di prodotto} \end{aligned}$$

Aumentando il capitale di 10 unità, otteniamo un aumento di prodotto di 2 unità. Dunque, utilizziamo il prodotto marginale del capitale per convertire gli aumenti dello stock di capitale in aumenti di prodotto.

Gli aumenti di lavoro Passiamo a considerare variazioni della quantità di lavoro. Se la quantità di lavoro aumenta di ΔL unità, di quanto aumenta la produzione? Rispondiamo a questa domanda seguendo lo stesso procedimento che abbiamo utilizzato nel caso del capitale. Il prodotto marginale del lavoro indica l'aumento di produzione indotto aumentando il lavoro di 1 unità:

$$PML = F(K, L + 1) - F(K, L)$$

[10] Si noti la parola «approssimativamente». La risposta, infatti, è solo un'approssimazione, poiché il prodotto marginale del capitale è variabile e diminuisce all'aumentare dello stock di capitale; una risposta esatta dovrebbe tenere conto del fatto che ogni unità di capitale ha un prodotto marginale diverso. In ogni caso, se la variazione dello stock di capitale non è molto grande, il risultato approssimato è ragionevolmente accurato.

Perciò, quando il capitale aumenta di ΔL unità, il prodotto aumenta approssimativamente di $PML \times \Delta L$.

Supponiamo, per esempio, che il prodotto marginale del lavoro sia 2, cioè che una unità addizionale di lavoro generi un aumento di 2 unità della produzione. Se aumentiamo la quantità di lavoro di 10 unità, possiamo calcolare l'aumento del prodotto come:

$$\begin{aligned} \Delta Y &= \quad PML \quad \times \quad \Delta L \\ &= 2\,\frac{\text{Unità di prodotto}}{\text{Unità di lavoro}} \times 10 \text{ Unità di lavoro} \\ &= 20 \text{ Unità di prodotto} \end{aligned}$$

Aumentando il lavoro di 10 unità, otteniamo un aumento di produzione di 20 unità. Dunque, utilizziamo il prodotto marginale del lavoro per convertire gli aumenti della quantità di lavoro in aumenti di prodotto.

Gli aumenti di capitale e lavoro Infine, passiamo a considerare il caso, più verosimile, di una variazione simultanea di entrambi i fattori di produzione. Ipotizziamo che lo stock di capitale aumenti di ΔK e la quantità di lavoro di ΔL; l'aumento del prodotto deriva da due componenti: più capitale e più lavoro. Possiamo così scomporre il contributo nelle due componenti ricorrendo al prodotto marginale dei due fattori, ottenendo:

$$\Delta Y = (PMK \times \Delta K) + (PML \times \Delta L)$$

Il primo termine tra parentesi è la parte dell'aumento della produzione attribuibile all'aumento di capitale, e il secondo è la parte attribuibile all'aumento del lavoro. Questa equazione illustra come procedere all'attribuzione della crescita a ciascuno dei fattori di produzione.

A questo punto dobbiamo convertire questa equazione in una forma che sia di più facile interpretazione, applicabile a dati comunemente disponibili; in primo luogo, con qualche manipolazione algebrica otteniamo[11]

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \left(\frac{PMK \times K}{Y}\right)\frac{\Delta K}{K} + \left(\frac{PML \times L}{Y}\right)\frac{\Delta L}{L}$$

In questa forma, l'equazione mette in relazione il tasso di crescita della produzione, $\Delta Y/Y$, con il tasso di crescita del capitale, $\Delta K/K$, e del lavoro, $\Delta L/L$.

Dobbiamo ora trovare un modo per misurare i termini contenuti tra parentesi nell'equazione. Nel capitolo 3 abbiamo mostrato che il prodotto marginale del capitale eguaglia la sua rendita reale; per questa ragione, $PMK \times K$ è il rendimento totale del capitale e $(PMK \times K)/Y$ è la quota di reddito spettante al capitale. Analogamente, il prodotto marginale del lavoro è uguale al salario reale, dunque $PML \times$ il monte salari della forza lavoro e $(PML \times L)/Y$ è la qu del reddito spettante al lavoro. Nell'ipotesi che la funzi di produzione abbia rendimenti di scala costanti, per il rema di Eulero (già discusso nel capitolo 3) le due quote s costanti e hanno somma pari a 1. In questo caso possi: scrivere:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \alpha\frac{\Delta K}{K} + (1-\alpha)\frac{\Delta L}{L}$$

dove α è la quota di reddito spettante al capitale e (1 - quella spettante al lavoro.

Quest'ultima equazione ci offre una semplice formula illustrare come le variazioni nella quantità dei fattori fluenzano il prodotto aggregato. In particolare, ci dice dobbiamo pesare il tasso di crescita dei fattori per la qu di reddito che spetta loro. Come abbiamo affermato l'Appendice al capitolo 3, nell'economia statunitense i diti da capitale sono circa il 30%, cioè $\alpha = 0{,}30$. Di co guenza, nell'economia statunitense un aumento del 10% la quantità di capitale ($\Delta K/K = 0{,}10$) genera un aumentc 3% della quantità di reddito ($\Delta Y/Y = 0{,}03$); analogame un aumento del 10% della quantità di lavoro ($\Delta L/L = 0$ genera un aumento del 7% della quantità di reddito (Δ $= 0{,}07$).

Il progresso tecnologico

Fino a questo punto della nostra analisi delle compon della crescita abbiamo ipotizzato che la funzione di pro zione non cambi nel tempo. Nella realtà, invece, il prog so tecnologico migliora la funzione di produzione: oggi, ogni data quantità di fattori otteniamo una quantità di j duzione maggiore che in passato. Dobbiamo quindi es dere la nostra analisi, in modo da includere il progresso nologico.

Gli effetti del progresso tecnologico vengono presi in c siderazione scrivendo la funzione di produzione come

$$Y = AF(K, L)$$

dove A è un indice dell'attuale livello tecnologico, deno nato *produttività totale dei fattori*. Ora, il prodotto può mentare non solo in conseguenza dell'aumento di capita lavoro, ma anche a causa di aumenti della produttività t le dei fattori. Se la produttività totale dei fattori aume dell'1%, e se la quantità dei fattori resta immutata, la p duzione aumenta dell'1%.

L'introduzione del progresso tecnologico aggiunge nuovo termine alla nostra equazione della crescita eco mica:

[11] *Nota matematica*. Per dimostrare che questa equazione è equivalente alla precedente, possiamo moltiplicare entrambi i membri dell'equazione Y, elidendo le ridondanze. Possiamo cancellare K al numeratore e al denominatore nella prima parte del secondo membro, e fare altrettanto con L seconda parte del secondo membro. Attraverso questa manipolazione algebrica, l'equazione si dimostra identica alla precedente.

Tabella 8.3 Contabilità delle fonti della crescita economica negli Stati Uniti

			Fonti della crescita		
Anni	*Crescita del prodotto* $\Delta Y/Y$	=	*Capitale* $\alpha\Delta K/K$ +	*Lavoro* $(1-\alpha)\Delta L/L$ +	*Produttività totale dei fattori* $\Delta A/A$
			(aumento percentuale medio annuo)		
1950-1999	3,6		1,2	1,3	1,1
1950-1960	3,3		1,0	1,0	1,3
1960-1970	4,4		1,4	1,2	1,8
1970-1980	3,6		1,4	1,2	1,0
1980-1990	3,4		1,2	1,6	0,6
1990-1999	3,7		1,2	1,6	0,9

Fonte: U.S. Department of Commerce, U.S. Department of Labor ed elaborazioni dell'autore. Il parametro α si intende pari a 0,3.

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \alpha\frac{\Delta K}{K} + (1-\alpha)\frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta A}{A}$$

Crescita del prodotto = Contributo del capitale + Contributo del lavoro + Crescita della produttività totale dei fattori

Questa è l'equazione fondamentale della contabilità delle fonti della crescita economica, che identifica e permette di misurare le tre fonti della crescita: (1) variazioni della quantità di capitale; (2) variazioni della quantità di lavoro; (3) variazioni della produttività totale dei fattori.

Poiché la produttività totale dei fattori non è osservabile direttamente, essa viene misurata in via indiretta: disponendo di dati sulla crescita del prodotto, del capitale e del lavoro, possiamo calcolare il valore della crescita della produttività totale dei fattori facendo in modo che l'equazione sia risolta:

$$\frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta Y}{Y} - \alpha\frac{\Delta K}{K} - (1-\alpha)\frac{\Delta L}{L}$$

$\Delta A/A$ è la parte della variazione della produzione che non può essere spiegata da variazioni della quantità dei fattori. Dunque, la crescita della produttività totale dei fattori è calcolata in via residuale, ovvero come la porzione di crescita della produzione che resta dopo aver calcolato le determinanti della crescita che possiamo misurare direttamente. Infatti $\Delta A/A$ viene detta anche *residuo di Solow*, dal nome di Robert Solow, l'economista che per primo ha mostrato il metodo per calcolarla.[12]

La produttività totale dei fattori può variare per diverse ragioni, tra le quali la più frequente è l'aumento della conoscenza dei metodi di produzione. Il residuo di Solow viene spesso utilizzato come misura del progresso tecnologico.

Ma anche altri fattori – come l'istruzione e alcuni provvedimenti di politica economica – possono condizionare la produttività totale dei fattori. Per esempio, se un maggiore ammontare di spesa pubblica fa aumentare la qualità dell'istruzione, i lavoratori possono diventare più produttivi e la produzione può aumentare, implicando un aumento della produttività totale dei fattori. Oppure, se una legge impone alle imprese di investire in attrezzature e impianti che limitino l'inquinamento e aumentino la sicurezza dei lavoratori, lo stock di capitale può aumentare senza un aumento rilevabile della produzione, implicando una diminuzione della produttività totale dei fattori. *La produttività totale dei fattori comprende qualunque elemento che provochi una variazione della relazione tra i fattori misurabili e il prodotto misurabile.*

Le fonti della crescita negli Stati Uniti

Avendo imparato a misurare le fonti della crescita economica, possiamo esaminare i dati empirici. La tabella 8.3 elenca i dati statunitensi del contributo di ciascuna delle tre fonti di crescita economica per il periodo 1950-1999.

I dati mostrano che, a partire dal 1950, il PIL reale è cresciuto mediamente del 3,6% all'anno. Di questo, l'1,2% è attribuibile ad aumenti dello stock di capitale, l'1,3% ad aumenti della quantità di lavoro e l'1,1% a variazioni della produttività totale dei fattori. I dati empirici mostrano dunque che, negli Stati Uniti, il contributo alla crescita di ciascuna delle tre fonti è sostanzialmente uguale.

La tabella 8.3 mostra anche che, intorno al 1970, la crescita della produttività totale dei fattori ha rallentato considerevolmente. Nell'analisi di un caso trattata in precedenza abbiamo presentato alcune delle ipotesi che possono dare una spiegazione a questo fenomeno.

[12] Robert M. Solow, «Technical Change and the Aggregate Production Function», *Review of Economics and Statistics* 39 (1957), pp. 312-320. È naturale domandarsi come la crescita dell'efficienza del lavoro, E, sia in relazione con la crescita della produttività totale dei fattori. È possibile dimostrare che $\Delta A/A = (1-\alpha)\Delta E/E$, dove α è la quota di reddito da capitale. Dunque, il cambiamento tecnologico misurato dalla crescita dell'efficienza del lavoro è proporzionale a quello misurato dal residuo di Solow.

LA CRESCITA DELLE TIGRI ASIATICHE

ANALIS
DI UN CA

La più spettacolare esperienza di crescita economica a cui il mondo abbia assistito negli ultimi decenni è quella delle cosiddette «Tigri» asiatiche: Hong Kong, Singapore, Corea del Sud e Taiwan. Tra il 1966 e il 1990, mentre negli Stati Uniti il reddito reale pro capite cresceva a un tasso del 2% all'anno, in questi paesi saliva al ritmo del 7%. Nel corso di una sola generazione il reddito reale pro capite di quei paesi è aumentato di cinque volte, trasformando le Tigri asiatiche da paesi tra i più poveri al mondo in nazioni ricchissime. (Alla fine degli anni 1990 un periodo di crisi finanziaria ha tolto un po' di smalto all'immagine di alcune di queste economie. Ma si tratta di un problema di breve periodo che analizzeremo più approfonditamente nel corso del capitolo 12 e che non ha assolutamente invertito lo straordinario andamento di crescita di lungo periodo che si è verificato in questi paesi.)

A cosa attribuire questo miracolo economico? Alcuni commentatori hanno sostenuto che il successo di questi quattro paesi è difficilmente compatibile con le più semplici teorie della crescita (come il modello di crescita di Solow) che considerano la tecnologia come una variabile esogena a crescita costante, e hanno suggerito che lo straordinario andamento di crescita di questi paesi sia dovuto alla loro abilità nell'imitare tecnologie elaborate in altri paesi. Adottando tecnologie sviluppate altrove, prosegue l'argomentazione, questi paesi si sono riusciti a migliorare sensibilmente le loro funzioni di produzione in un brevissimo arco temporale. Se questa argomentazione fosse valida, in questi paesi dovremmo riscontrare una crescita della produttività dei fattori inusitatamente elevata.

Una recente analisi ha gettato luce sulla questione, esaminando nei dettagli i dati rilevati nei quattro paesi. Lo studio ha evidenziato che l'eccezionale crescita economica di questi paesi è attribuibile in larga misura a forti aumenti di fattori di produzione misurabili: aumento della partecipazione alla forza lavoro, aumenti dello stock di capitale, aumento del livello di scolarizzazione. In Corea del Sud, per esempio, il rapporto tra investimenti e PIL è aumentato da circa il 5% negli anni 1950 a circa il 30% negli anni 1980; e la percentuale della popolazione in età lavorativa con almeno un diploma di scuola media superiore è cresciuta dal 26% nel 1966 al 75% nel 1991.

Una volta tenuto conto della crescita del capitale, del lavoro e del capitale umano, ben poco resta da spiegare. Nessuno di questi quattro paesi ha sperimentato una rapida crescita della produttività totale dei fattori; anzi, nella media, la crescita della produttività totale delle Tigri asiatiche non è stata molto diversa da quella degli Stati Uniti. Dunque, sebbene sia stata davvero stupefacente, la crescita di queste economie può essere facilmente spiegata utilizzando gli strumenti di base della teoria della crescita.[13]

ALTRI PROBLEMI E APPLICAZIONI

1. Nell'economia di Solovia i proprietari del capitale ricevono i 2/3 del reddito nazionale e i lavoratori 1/3.
   (a) Gli uomini di Solovia stanno a casa e si occupano delle faccende domestiche, mentre le donne lavorano nelle fabbriche; se alcuni uomini cominciassero a lavorare fuori casa, in modo da far aumentare la forza lavoro del 5%, cosa accadrebbe alla produzione misurata dell'economia? La produttività del lavoro (definita come produzione per lavoratore) aumenterebbe, diminuirebbe o resterebbe invariata? La produttività totale dei fattori aumenterebbe, diminuirebbe o resterebbe invariata?
   (b) Nell'anno 1 lo stock di capitale era 6, il fattore produr lavoro era 3 e la produzione 12. Nell'anno 2 lo stock di pitale era 7, il fattore produttivo lavoro 4 e la produzi 14. Cos'è accaduto, da un anno all'altro, alla produtti totale dei fattori?
2. La produttività del lavoro è definita come Y/L, cioè il rapp to tra la quantità di produzione e la quantità di lavoro. Par dall'equazione della contabilità delle fonti della crescita e mostrate che la crescita della produttività del lavoro dipe dalla crescita della produttività totale e dalla crescita del r porto capitale/lavoro. In particolare, dimostrate che

[13] Alwyn Young, «The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asia Growth Experience». *Quarterly Journal of Econ ics* 101 (agosto 1995), pp. 641-680.

di crescita, come la ragione per cui Germania e Giappone, usciti a pezzi dalla seconda guerra mondiale, sono riusciti a crescere tanto rapidamente, o quella per cui i paesi che risparmiano e investono molto sono più ricchi dei paesi che risparmiano e investono poco, o quella per cui i paesi con i tassi di crescita della popolazione più elevati sono più poveri di quelli con i tassi di crescita della popolazione più contenuti.

Ciò che, comunque, il modello non riesce a spiegare, è la crescita prolungata che osserviamo in molti paesi; nel modello di cui a questo punto disponiamo, quando una economia raggiunge lo stato stazionario, la produzione per lavoratore cessa di crescere. Per spiegare il perdurare della crescita, dobbiamo introdurre nel modello il progresso tecnologico. Cosa che faremo nel capitolo che segue.

IN SINTESI

1. Il modello di crescita di Solow mostra che, nel lungo periodo, il tasso di risparmio di una economia determina la dimensione dello stock di capitale e, di conseguenza, il volume di produzione: quanto più elevato è il tasso di risparmio, tanto più elevati sono lo stock di capitale e il livello di produzione.
2. Nel modello di Solow un aumento del tasso di risparmio genera un periodo di rapida crescita ma, alla fine, la crescita tende a rallentare, raggiungendo un nuovo stato stazionario. Così, sebbene un tasso di risparmio elevato possa produrre un elevato stock di capitale di stato stazionario, non può generare una crescita economica duratura.
3. Il livello di capitale che massimizza il consumo di stato stazionario è detto livello di capitale della regola aurea. Se una economia dispone di un capitale in eccesso rispetto al livello della regola aurea, riducendo il tasso di risparmio si aumenta il livello del consumo immediatamente e permanentemente; al contrario, se il capitale è inferiore al livello della regola aurea, il processo di aggiustamento impone un periodo di investimenti sostenuti e, quindi, una contrazione temporanea dei consumi.
4. Il modello di Solow dimostra che il tasso di crescita della popolazione di una economia è un'altra determinante di lungo periodo del tenore di vita: quanto più elevato è il tasso di crescita della popolazione, tanto inferiore è il livello della produzione per lavoratore.

CONCETTI FONDAMENTALI

Livello di capitale della regola aurea (p. 140)

Modello di crescita di Solow (p. 132)

Stato stazionario (p. 135)

DOMANDE DI RIPASSO

1. In che modo, nel modello di Solow, il tasso di risparmio influenza il livello del reddito di stato stazionario?
2. Perché chi determina la politica economica di una nazione potrebbe scegliere il livello di capitale della regola aurea?
3. Un governo potrebbe scegliere uno stato stazionario a cui corrisponde un livello di capitale superiore a quello della regola aurea? E uno con un livello inferiore? Motivate le risposte.
4. In che modo, nel modello di Solow, il tasso di crescita della popolazione influenza il livello di reddito di stato stazionario? In che modo influenza il tasso di crescita di stato stazionario?

PROBLEMI E APPLICAZIONI

1. Il paese A e il paese B hanno entrambi funzione di produzione

$$Y = F(K, L) = K^{1/2}L^{1/2}$$

   (a) La funzione di produzione ha rendimenti di scala costanti? Dimostratelo.
   (b) Qual è la funzione di produzione per lavoratore $y = f(k)$?
   (c) Ipotizziamo che in nessuno dei due paesi vi sia popolazione in crescita o progresso tecnologico e che il capitale si deprezzi al tasso del 5% all'anno. Ipotizziamo, inoltre, che il paese A abbia un tasso di risparmio del 10% della produzione all'anno e il paese B, del 20%. Usando la risposta data al punto (b) e la condizione di stato stazionario che eguaglia gli investimenti agli ammortamenti, trovate lo stock di capitale di stato stazionario per ciascun paese. Trovate, inoltre, i livelli di stato stazionario del reddito per lavoratore e del consumo per lavoratore.

© 88-08-07773-X

   (d) Ipotizziamo che entrambi i paesi partano con uno stock di capitale per lavoratore pari a 2. Quali sono i livelli di reddito per lavoratore e di consumo per lavoratore? Rammentando che la variazione dello stock di capitale è pari alla differenza tra investimenti e ammortamenti, calcolate come, in entrambi i paesi, lo stock di capitale per lavoratore si evolva nel tempo. Per ogni anno, calcolate il reddito per lavoratore e il consumo per lavoratore. Dopo quanti anni il consumo per lavoratore del paese B sarà superiore a quello del paese A?
2. Nell'analisi della crescita di Germania e Giappone nel dopoguerra, il testo ha illustrato cosa accade quando un evento bellico distrugge una parte dello stock di capitale. Supponiamo, invece, che la guerra non distrugga lo stock di capitale, ma provochi un elevato numero di morti che riduce la forza lavoro.
   (a) Qual è l'effetto immediato sulla produzione totale e sulla produzione pro capite?
   (b) Ipotizzando che il tasso di risparmio rimanga invariato e che, prima della guerra, l'economia si trovasse in uno stato stazionario, cosa accade nel periodo postbellico alla produzione per lavoratore? Nel periodo postbellico il tasso di crescita della produzione per lavoratore è minore o maggiore della norma?
3. Consideriamo una economia descritta dalla funzione di produzione $Y = F(K, L) = K^{0.3}L^{0.7}$.
   (a) Qual è la funzione di produzione per lavoratore?
   (b) Ipotizzando di trovarsi in assenza di crescita della popolazione e di progresso tecnologico, trovate lo stock di capitale per lavoratore di stato stazionario, il prodotto per lavoratore e il consumo per lavoratore in funzione del tasso di risparmio e del tasso di ammortamento.
   (c) Ipotizzando che il tasso di ammortamento sia del 10% all'anno, costruite una tabella che mostri lo stock di capitale per lavoratore di stato stazionario, il prodotto per lavoratore e il consumo per lavoratore per tassi di risparmio nullo, del 10%, del 20%, del 30% ecc. (per farlo, vi sarà necessaria una calcolatrice in grado di risolvere calcoli esponenziali). Quale tasso di risparmio massimizza la produzione per lavoratore? Quale massimizza il consumo per lavoratore?
   (d) (Più difficile.) Ricorrete a strumenti algebrici per calcolare il prodotto marginale del capitale. Aggiungete alla tabella che avete costruito il prodotto marginale del capitale al netto degli ammortamenti per ciascun tasso di risparmio. Cosa evidenzia la tabella?
4. L'*Economic Report of the President* degli Stati Uniti per l'anno 1983 conteneva la seguente dichiarazione: «dedicare una quota maggiore del prodotto nazionale agli investimenti contribuirà a ripristinare una crescita più rapida della produttività e del tenore di vita». Concordate con questa dichiarazione? Motivate la risposta.
5. Un'interpretazione della funzione di consumo afferma che i lavoratori hanno una elevata propensione a consumare il proprio reddito, mentre i capitalisti hanno una bassa propensione consumo. Per verificare le implicazioni di tale interpretazior ipotizziamo una economia in cui tutti i redditi da lavoro ve gano completamente consumati e tutti i redditi da capitale cor pletamente risparmiati. Dimostrate che, se i fattori di prod zione venissero remunerati al proprio prodotto marginale, ui siffatta economia raggiungerebbe il livello di capitale della r gola aurea. (*Suggerimento.* Partite dall'identità tra risparmio investimenti, per poi ricorrere alla condizione dello stato st zionario che vuole gli investimenti uguali alla somma di an mortamenti e crescita della popolazione, rammentando che risparmio, in questa economia, è pari ai redditi da capitale.)
6. Molti demografi prevedono che nel ventunesimo secolo gli St ti Uniti avranno crescita zero della popolazione, contro una m dia dell'1% all'anno nel corso del ventesimo secolo. Ricorre al modello di Solow per prevedere gli effetti del rallentament della crescita della popolazione sulla crescita della produzior totale e sulla crescita della produzione pro capite. Considerai gli effetti sia nello stato stazionario sia nella transizione tra d versi stati stazionari.
7. Nel modello di Solow la crescita della popolazione implica, ne lo stato stazionario, una crescita della produzione totale, m non di quella per lavoratore. Ritenete che tale conclusione sa rebbe valida anche in presenza di funzioni di produzione co rendimenti di scala crescenti o decrescenti? Motivate la rispo sta. (Per la definizione di rendimenti di scala crescenti o decre scenti, vedi cap. 3, «Problemi e applicazioni», problema 2.)
8. Considerate in che modo la disoccupazione può influenzare i modello di crescita di Solow. Supponete che la funzione di pro duzione sia $Y = K^{\alpha}[(1-u)L]^{1-\alpha}$, in cui K è il capitale, L la for za lavoro e u il tasso naturale di disoccupazione. Il tasso di ri sparmio è s, la forza lavoro cresce a un tasso n e il capitale si de prezza al tasso δ.
   (a) Esprimete il prodotto per lavoratore ($y = Y/L$) come funzione del capitale per lavoratore ($k = K/L$) e del tasso naturale di disoccupazione. Descrivete lo stato stabile dell'economia.
   (b) Supponete che un cambiamento della politica economica del governo faccia ridurre il tasso naturale di disoccupazione. Descrivete come tale cambiamento influenza il prodotto, sia nel breve sia nel lungo periodo. L'effetto in stato stazionario è maggiore o minore di quello immediato? Spiegate.
9. Scegliete a discrezione due paesi: uno ricco e uno povero e individuatene il reddito pro capite. Per entrambi i paesi trovate dati caratteristici che possano contribuire a spiegare la differenza di reddito: tasso di investimento, tasso di crescita della popolazione, livello d'istruzione, ecc. (*Suggerimento.* Il sito internet della World Bank, www.worldbank.org è una delle possibili fonti di questo genere di dati). In che modo potete stabilire quale di questi fattori ha la maggiore responsabilità per la differenza rilevata nel reddito pro capite?