



Un contributo all'analisi empirica della crescita economica*

N.G. Mankiw, D. Romer e D.N. Weil**

1. Introduzione

Questo articolo prende Robert Solow sul serio. Nel suo ormai classico saggio del 1956 Solow propose di cominciare lo studio della crescita economica assumendo una funzione di produzione neoclassica standard con rendimenti decrescenti nel capitale. Considerando i tassi di risparmio e di crescita della popolazione come esogeni, egli mostrò che queste due variabili determinano il livello di stato stazionario del reddito pro-capite. Poiché i tassi di risparmio e di crescita della popolazione variano tra paesi, paesi differenti raggiungono stati stazionari differenti. Il modello di Solow offre previsioni semplici e verificabili circa il modo in cui tali variabili influenzano il livello di stato stazionario del reddito: più alto il tasso di risparmio, più ricco il paese; più alto il tasso di crescita della popolazione, più povero il paese.

Questo articolo sostiene che le predizioni del modello di Solow sono, in prima approssimazione, coerenti con l'evidenza. Esaminando dati recentemente resi disponibili per un ampio insieme di paesi, noi troviamo che risparmio e crescita della popolazione influenzano il reddito nelle direzioni previste da Solow e che più di metà della variazione tra paesi del reddito pro-capite possono essere spiegate da queste due sole variabili.

Eppure, non tutto va bene nel modello di Solow. Sebbene esso correttamente predica le direzioni degli effetti di risparmio e crescita della popolazione, esso

* Titolo originale *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, in "Quarterly Journal of Economics", Vol. 107, n. 2, May 1992, pp. 407-437. Traduzione italiana di Pier Giorgio Ardeni.

** Siamo grati a Karen Dynan per l'assistenza alla ricerca, a Laurence Ball, Olivier Blanchard, Anne Case, Lawrence Katz, Robert King, Paul Romer, Xavier Sala-i-Martin, Amy Salbury, Robert Solow, Lawrence Summers, Peter Temin, ed i referenti della Rivista per gli utili commenti, ed alla National Science Foundation per il supporto finanziario.

non ne predice correttamente la grandezza: nei dati, infatti, gli effetti di risparmio e crescita della popolazione sul reddito appaiono troppo ampi. Per comprendere la relazione tra risparmio, crescita della popolazione e reddito, si deve quindi andare oltre il modello di Solow dei libri di testo.

Noi pertanto "espandiamo" il modello di Solow includendo l'accumulazione di capitale, sia umano che fisico. L'esclusione del capitale umano dal modello di Solow dei libri di testo può, almeno potenzialmente, spiegare perché le influenze stimate di risparmio e crescita della popolazione appaiano troppo ampie. In primo luogo, per ogni dato tasso di accumulazione di capitale umano, un maggior risparmio o una minore crescita della popolazione portano a più alti livelli del reddito e quindi ad un più alto livello di capitale umano: l'accumulazione di capitale fisico e la crescita della popolazione avranno quindi un impatto maggiore allorché l'accumulazione di capitale umano viene esplicitamente tenuta in conto. In secondo luogo, l'accumulazione di capitale umano potrebbe essere correlata con i tassi di risparmio e di crescita della popolazione: ciò implicherebbe che l'omissione dell'accumulazione di capitale umano distorce i coefficienti stimati del risparmio e della crescita della popolazione.

Per verificare statisticamente il modello di Solow, includiamo nelle nostre regressioni tra-paesi una variabile *supplente*¹ dell'accumulazione di capitale umano come variabile esplicativa aggiuntiva. Troveremo infatti che l'accumulazione di capitale umano è correlata con risparmio e crescita della popolazione: includere l'accumulazione di capitale umano abbassa gli effetti stimati di risparmio e crescita della popolazione all'incirca ai valori previsti dal modello di Solow espanso. Inoltre, il modello espanso dà conto di circa l'80% della variazione tra-paesi del reddito. Date le inevitabili imperfezioni in questo tipo di dati tra-paesi, possiamo giudicare l'adattamento di questo semplice modello davvero rimarchevole: il modello di Solow espanso appare fornire una spiegazione praticamente completa del perché taluni paesi sono ricchi ed altri poveri.

Dopo avere sviluppato e verificato statisticamente il modello di Solow espanso, esamineremo una questione che ha ricevuto molta attenzione negli ultimi anni: la mancata convergenza di molti paesi al medesimo reddito pro-capite. Noi sosteniamo che non ci si dovrebbe aspettare alcuna convergenza: piuttosto, il modello di Solow predice che paesi differenti generalmente raggiungano stati stazionari differenti. Esamineremo empiricamente l'insieme di paesi per i quali la non convergenza è stata ampiamente documentata in studi passati e troveremo che, una volta considerate le differenze nei tassi di risparmio e di crescita della popolazione, vi è effettivamente convergenza all'incirca al tasso che il modello predice.

Infine, discuteremo le previsioni del modello di Solow per quanto riguarda le

¹ Ovvero sostitutiva (dall'inglese *proxy*).

variazioni a livello internazionale nei tassi di rendimento ed i movimenti di capitale. Il modello predice che i paesi poveri dovrebbero tendere ad avere tassi di rendimento del capitale fisico ed umano più alti. Discuteremo i vari tipi di evidenza che si possono usare per valutare tale previsione. Tuttavia, in contrasto con molti autori recenti, noi interpretiamo l'evidenza disponibile sui tassi di rendimento come generalmente coerente con il modello di Solow.

Nel complesso, i risultati riportati in questo articolo gettano qualche ombra sulla recente tendenza tra gli economisti a mettere da parte il modello di crescita di Solow in favore dei modelli di crescita endogena che assumono rendimenti di scala costanti o crescenti nel capitale. Si può ben spiegare gran parte della variazione tra-paesi del reddito pur mantenendo l'assunzione di rendimenti decrescenti. Tale conclusione non implica, tuttavia, che il modello di Solow sia una teoria completa della crescita: piacerebbe capire le determinanti di risparmio, crescita della popolazione, e cambiamento tecnologico a livello mondiale, che il modello di Solow tratta tutti come esogeni. Né essa implica che i modelli di crescita endogena non siano importanti, dacché possono fornire la giusta spiegazione del cambiamento tecnologico a livello mondiale. La nostra conclusione, tuttavia, questa sì implica che il modello di Solow dà le giuste risposte alle domande cui è stato concepito rispondere.

2. Il modello di Solow "da libro di testo"

Inizieremo ripercorrendo brevemente il modello di crescita di Solow, concentrandoci sulle implicazioni del modello per dati tra-paesi.

A. Il modello

Il modello di Solow considera i tassi di risparmio, crescita della popolazione e progresso tecnologico come esogeni. Vi sono due input, capitale e lavoro, remunerati al valore dei loro prodotti marginali. Assumiamo una funzione di produzione Cobb-Douglas, cosicché la produzione al tempo t sia data da

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha} \quad 0 < \alpha < 1. \quad [1]$$

La notazione è standard: Y è il prodotto, K il capitale, L il lavoro ed A il livello della tecnologia. Assumiamo che L ed A crescano esogenamente a tassi n e g , rispettivamente:

$$L(t) = L(0)e^{nt} \quad [2]$$

$$A(t) = A(0)e^{gt} \quad [3]$$

Il numero di unità effettive di lavoro, $A(t)L(t)$, cresce al tasso $n + g$.

Il modello assume che una frazione costante del prodotto, s , sia investita. Denotando con k lo stock di capitale per unità effettiva di lavoro, $k = K/AL$, e con y il livello di prodotto per unità effettiva di lavoro, $y = Y/AL$, l'evoluzione di k è governata da:

$$\dot{k}(t) = sy(t) - (n + g + \delta)k(t) = sk(t)^\alpha - (n + g + \delta)k(t), \quad [4]$$

dove δ è il tasso di deprezzamento. L'equazione [4] implica che k converga ad un valore di stato stazionario k^* definito da $sk^{*\alpha} = (n + g + \delta)k^*$, ovvero

$$k^* = \left(\frac{s}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}. \quad [5]$$

Il rapporto capitale-lavoro di stato stazionario è legato positivamente al tasso di risparmio e negativamente al tasso di crescita della popolazione.

Le implicazioni fondamentali del modello di Solow riguardano l'impatto di risparmio e crescita della popolazione sul reddito reale. Sostituendo la [5] nella funzione di produzione e trasformando in valori logaritmici, troviamo che il reddito pro-capite di stato stazionario è

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln s - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta). \quad [6]$$

Poiché il modello assume che i fattori siano remunerati al valore dei loro prodotti marginali, esso predice non solo i segni ma anche la dimensione dei coefficienti del risparmio e della crescita della popolazione. In specifico, poiché la quota del capitale sul reddito (α) è pari circa ad un terzo, il modello implica un'elasticità del reddito pro-capite rispetto al tasso di risparmio approssimativamente pari a 0.5 ed un'elasticità rispetto a $n + g + \delta$ pari a circa -0.5 .

B. Specificazione

La domanda che sorge naturale è se i dati supportino le predizioni del modello di Solow riguardo alle determinanti degli *standard* di vita. In altre parole, noi vogliamo investigare se il reddito reale sia più alto in paesi con maggiori tassi di risparmio e più basso in paesi con più alti valori di $n + g + \delta$.

Assumeremo che g e δ siano costanti tra i paesi. g riflette principalmente l'avanzamento tecnologico, che non è specifico di paese, né vi è nessuna ragione di ritenere che i tassi di deprezzamento varino significativamente tra paesi (ma non esistono neppure dati che ci consentirebbero di stimare tassi di deprezzamento specifici per ogni paese). Per contro, il termine $A(0)$ riflette non solo la

tecnologia ma anche dotazioni di risorse, clima, istituzioni, e così via; esso può pertanto differire tra paesi. Assumeremo che

$$\ln A(0) = a + \varepsilon$$

dove a è una costante ed ε uno shock specifico di paese. Pertanto, il logaritmo del reddito pro-capite in un dato tempo – il tempo 0 per semplicità – è

$$\ln \left(\frac{Y}{L} \right) = a + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n+g+\delta) + \varepsilon. \quad [7]$$

L'equazione [7] è la nostra specificazione empirica di base in questo paragrafo.

Assumeremo che i tassi di risparmio e di crescita della popolazione siano indipendenti da fattori specifici di paese che spostano la funzione di produzione, ovvero assumeremo che s ed n siano indipendenti da ε . Tale assunzione implica che potremo stimare l'equazione [7] mediante minimi quadrati ordinari (OLS)².

Vi sono tre ragioni per adottare questa assunzione di indipendenza. La prima è che tale assunzione non è propria solo del modello di Solow ma anche di molti modelli standard di crescita economica: in qualunque modello nel quale risparmio e crescita della popolazione siano endogeni ma le preferenze isoelastiche, s ed n non sono influenzate da ε . In altre parole, sotto utilità isoelastica, differenze permanenti nel livello della tecnologia non influenzano i tassi di risparmio o di crescita della popolazione.

La seconda ragione è che molto del lavoro teorico recente sulla crescita ha avuto origine da un esame informale delle relazioni tra risparmio, crescita della popolazione e reddito. Molti economisti hanno asserito che il modello di Solow non può dar conto delle differenze internazionali nel reddito, e questa presunta incapacità del modello di Solow ha stimolato il lavoro sulla teoria della crescita endogena. Ad esempio, Romer [1987, 1989a] suggerisce che il risparmio ha un influenza troppo ampia sulla crescita e considera questa come evidenza di esternalità positive dell'accumulazione di capitale. Allo stesso modo, Lucas [1988] asserisce che la variazione nella crescita della popolazione non può dar conto di qualunque sostanziale variazione nei redditi reali lungo le linee previste dal modello di Solow. Mantenendo l'assunzione di identificazione che s ed n siano indipendenti da ε , noi siamo in grado di determinare se il sistematico esame dei dati confermi tali giudizi informali.

² Se s ed n sono endogeni ed influenzati dal livello del reddito, allora le stime dell'equazione [7] ottenute usando il metodo dei minimi quadrati ordinari sono potenzialmente inconsistenti. In questo caso, per ottenere stime consistenti, andrebbero trovate variabili strumentali che siano correlate con s ed n ma incorrelate con lo spostamento specifico di paese della funzione di produzione ε . Trovare simili variabili strumentali è tuttavia un compito formidabile.

La terza ragione è che, poiché il modello predice non solo i segni ma anche la dimensione dei coefficienti di risparmio e crescita della popolazione, noi possiamo misurare se vi siano distorsioni importanti nelle stime ottenute mediante OLS. Come detto in precedenza, i dati sulle quote dei fattori implicano che, se il modello è corretto, le elasticità di Y/L rispetto a s e $n + g + \delta$ siano approssimativamente 0.5 e -0.5. Se la stima OLS dà coefficienti che sono sostanzialmente differenti da tali valori, allora possiamo rifiutare l'ipotesi congiunta che il modello di Solow e le nostre assunzioni di identificazione siano corrette.

Un'altra via per valutare il modello di Solow sarebbe quella di imporre nell'equazione [7] un valore di α derivato da dati sulle quote dei fattori e chiedersi poi di quanta parte della variazione nel reddito tra paesi il modello possa dare conto. Ovvero, usando un approccio analogo a quello della "contabilità della crescita", potremmo calcolare la frazione della varianza negli *standard* di vita che viene spiegata dal meccanismo identificato dal modello di Solow³. In pratica, poiché non disponiamo di stime esatte delle quote dei fattori, noi non vogliamo enfatizzare l'approccio di contabilità della crescita. Piuttosto, stimeremo l'equazione [7] e giudicheremo la plausibilità delle quote dei fattori sottintese alle stime ottenute. L'adattamento della regressione mostra il risultato di un esercizio di contabilità della crescita effettuato con un valore stimato di α . Se il valore di α stimato differisce dal valore ottenuto a priori dalle quote dei fattori, possiamo confrontare l'adattamento della regressione stimata con l'adattamento ottenuto imponendo il valore a priori.

C. Dati e campioni

I dati provengono dai Conti Nazionali Reali recentemente costruiti da Summers e Heston [1988]. Il *data set* comprende reddito reale, consumi privati e pubblici, investimenti e popolazione per quasi tutte le economie del mondo, ad esclusione di quelle centralmente pianificate. I dati sono annuali e coprono il periodo 1960-1985. Misuriamo con n il tasso di crescita medio della popolazione in età lavorativa, definita come l'età compresa tra 15 e 64 anni⁴. Misuriamo con s la quota media di investimenti reali (compresi gli investimenti pubblici) sul PIL

³ Negli esercizi standard di contabilità della crescita, le quote dei fattori vengono utilizzate per scomporre la crescita nel tempo di un singolo paese in una parte spiegata dalla crescita degli input dei fattori e in una parte non spiegata — il residuo di Solow — la quale viene solitamente attribuita al cambiamento tecnologico. Nel presente analogo esercizio tra paesi, le quote dei fattori sono utilizzate per scomporre la variazione del reddito tra paesi in una parte spiegata dalla variazione nei tassi di risparmio e di crescita della popolazione e in una parte non spiegata che potrebbe essere attribuita alle differenze internazionali nei livelli di tecnologia.

⁴ I dati sulla frazione della popolazione in età lavorativa provengono dalle *World Tables* della World Bank e dal *World Development Report* del 1988.

reale, e con Y/L il PIL reale nel 1985 diviso per la popolazione in età lavorativa in quell'anno.

Considereremo tre campioni di paesi. Il più esteso consiste di tutti i paesi per i quali sono disponibili dati, ad esclusione di quelli per i quali la produzione di petrolio è l'industria dominante⁵: tale campione consiste di 98 paesi. Escludiamo i produttori di petrolio in quanto il grosso del PIL registrato per questi paesi rappresenta l'estrazione di risorse esistenti, non in valore aggiunto, e per questi paesi è presumibile che i modelli di crescita standard non diano conto correttamente del PIL misurato⁶.

Il nostro secondo campione esclude quei paesi classificati con una "D" da Summers e Heston o la cui popolazione nel 1960 era inferiore al milione di unità. Summers e Heston usano la "D" per identificare i paesi le cui cifre del reddito reale sono basate su pochissimi dati primari, e per i quali gli errori di misurazione sono verosimilmente un grosso problema. Noi omettiamo i paesi piccoli in quanto la determinazione del loro reddito reale può essere dominata da fattori specifici di paese. Tale campione consiste di 75 paesi.

Il terzo campione consiste dei 22 paesi OCSE con popolazione superiore al milione. Questo campione presenta il vantaggio di avere dati uniformemente di alta qualità e la cui variazione nei fattori specifici di paese omessi appare piccola, e lo svantaggio di avere una dimensione ridotta che va a scapito della variazione nelle variabili di interesse.

Per i paesi compresi in ogni campione ed i dati relativi disponibili, si rimanda all'Appendice alla fine dell'articolo.

D. I risultati

Stimiamo l'equazione [7] in due modi: nel primo, imponendo il vincolo che i coefficienti di $\ln(s)$ e $\ln(n + g + \delta)$ siano uguali in grandezza ed opposti in segno; nel secondo, non vincolando alcun coefficiente. Assumiamo che $g + \delta$ sia 0.05, in quanto variazioni contenute di tale assunzione appaiono avere un modesto effetto sulle stime⁷. La Tavola I riporta i risultati.

⁵ A fini di comparabilità, restringeremo il campione a quei paesi per i quali sono disponibili non solo i dati utilizzati in questo paragrafo, ma anche i dati sul capitale umano descritti nel Paragrafo 3.

⁶ I paesi esclusi su questa base sono Bahrain, Gabon, Iran, Iraq, Kuwait, Oman, Saudi Arabia, e United Arab Emirates. A questi va aggiunto il Lesotho, in quanto la somma dei consumi privati e pubblici eccede di molto il PIL in ogni anno del campione, indicando che il reddito da lavoro proveniente dall'estero costituisce una frazione estremamente ampia del PNL.

⁷ Scegliamo questo valore di $g + \delta$ per adeguarlo ai dati disponibili. Nei dati americani, la detrazione sul consumo di capitale è pari circa al 10% del PNL, ed il rapporto capitale/prodotto è circa pari a 3, il che implica che δ è all'incirca 0.03. Romer ([1989a], p. 60) presenta alcuni calcoli per un campione più ampio e conclude che δ è circa 0.03 o 0.04. In aggiunta, la crescita del reddito pro-capite è

Variabile dipendente: log PIL per persona in età lavorativa nel 1985

Campione	Completo (senza prod. petrolio)	Intermedio	OCSE
Osservazioni	98	75	22
Costante	5.48 (1.59)	5.36 (1.55)	7.97 (2.48)
$\ln(I/PIL)$	1.42 (0.14)	1.31 (0.17)	0.50 (0.43)
$\ln(n + g + \delta)$	-1.97 (0.56)	-2.01 (0.53)	-0.76 (0.84)
R^2	0.59	0.59	0.01
S.E.E.	0.69	0.61	0.38
Regressione vincolata			
Costante	6.87 (0.12)	7.10 (0.15)	8.62 (0.53)
$\ln(I/PIL) - \ln(n + g + \delta)$	1.48 (0.12)	1.43 (0.14)	0.56 (0.36)
R^2	0.59	0.59	0.06
S.E.E.	0.69	0.61	0.37
Test della restrizione			
valore-p	0.38	0.26	0.79
α implicito	0.60 (0.02)	0.59 (0.02)	0.36 (0.15)

Nota: Errori standard tra parentesi. Investimenti e tassi di crescita della popolazione sono medie calcolate sul periodo 1960-1985. $g + \delta$ è assunto uguale a 0.05.

Tavola I – Stima del modello di Solow “da manuale”

Tre aspetti dei risultati supportano il modello di Solow “da manuale”. In primo luogo, i coefficienti di risparmio e crescita della popolazione hanno i segni previsti e sono, in due dei tre campioni, altamente significativi. In secondo luogo, la restrizione che i segni dei coefficienti di $\ln(s)$ e $\ln(n + g + \delta)$ siano uguali in grandezza ed opposti in segno non viene rifiutata in nessuno dei tre campioni. In terzo luogo, e soprattutto, le differenze in risparmio e crescita della popolazione

stata in media del 1.7% all'anno negli Stati Uniti e del 2.2% annuo nel nostro campione intermedio: ciò suggerisce che g è circa 0.02.

danno conto di un'ampia frazione della variazione nel reddito pro-capite tra paesi. Nella regressione sul campione intermedio, ad esempio, l' R^2 corretto è 0.59. In contrasto con l'affermazione corrente che il modello di Solow "spiega" la variazione tra paesi nella produttività del lavoro ricorrendo sostanzialmente alle sole variazioni nelle tecnologie, le due variabili immediatamente osservabili sulle quali il modello di Solow si incentra danno infatti conto di grande parte della variazione nel reddito pro-capite.

Ciononostante, il modello non ha successo del tutto. In particolare, gli impatti stimati di risparmio e crescita della forza lavoro sono molto più ampi di quanto il modello preveda. Il valore di α implicito nei coefficienti dovrebbe essere uguale alla quota del capitale sul reddito, la quale è circa un terzo: le stime implicano, tuttavia, un α molto più alto. Ad esempio, il valore di α implicito nella regressione vincolata per il campione intermedio è 0.59 (con un errore standard di 0.02). Pertanto, i dati contraddicono fortemente la previsione che α sia pari ad $1/3$.

Poiché le stime implicano una così alta quota del capitale, non è appropriato concludere che il modello di Solow ha successo solo perché le regressioni nella Tavola I riescono a spiegare un'ampia frazione della variazione nel reddito. Nel campione intermedio, ad esempio, se usiamo l'approccio della "contabilità della crescita" descritto prima e vincoliamo i coefficienti ad essere coerenti con un α di un terzo, l' R^2 corretto scende da 0.59 a 0.28. Sebbene l'eccellente adattamento delle semplici regressioni della Tavola I sia promettente per la teoria della crescita in generale – esso implica che teorie basate su variabili facilmente osservabili possono in generale dar conto di gran parte della variazione nel reddito reale tra paesi – esso non supporta il modello di Solow "da libro di testo" in particolare.

3. L'aggiunta del capitale umano al modello di Solow

Gli economisti hanno per lungo tempo sottolineato l'importanza del capitale umano nel processo di crescita. Ci si potrebbe aspettare che ignorare il capitale umano potrebbe portare anche a conclusioni non corrette: Kendrick [1976] stima che più di metà dello stock di capitale americano nel 1969 era composto da capitale umano. In questo Paragrafo, esploreremo l'effetto dell'aggiunta dell'accumulazione di capitale umano al modello di crescita di Solow.

L'inclusione del capitale umano può potenzialmente alterare sia la modellizzazione teorica che l'analisi empirica della crescita economica. A livello teorico, un'appropriata considerazione del capitale umano potrebbe modificare la visione della stessa natura del processo di crescita. Lucas [1988], ad esempio, assume che sebbene vi siano rendimenti decrescenti nell'accumulazione di capitale fisico

con il capitale umano tenuto costante, i rendimenti in tutto il capitale riproducibile (umano più fisico) sono costanti. Discuteremo questa possibilità nel Paragrafo 4.

A livello empirico, l'esistenza del capitale umano potrebbe alterare l'analisi delle differenze tra paesi: nelle regressioni in Tavola I il capitale umano è una variabile omessa. È questo il problema empirico che analizziamo in questo Paragrafo. Espanderemo in primo luogo il modello di Solow del Paragrafo 2 in modo da includervi il capitale umano. Mostriamo come l'esclusione del capitale umano influenzi i coefficienti dell'investimento in capitale fisico e della crescita della popolazione. Stimeremo poi regressioni analoghe a quelle della Tavola I per vedere se le variabili sostitutive indicative del capitale umano possono risolvere le anomalie ritrovate nel precedente Paragrafo⁸.

A. Il modello

Sia

$$Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta} \quad [8]$$

la funzione di produzione, dove H è lo stock di capitale umano e le altre variabili sono definite come sopra. Sia s_k la frazione di reddito investita in capitale fisico ed s_h la frazione investita in capitale umano. L'evoluzione dell'economia è determinata da

$$\dot{k}(t) = s_k y(t) - (n + g + \delta)k(t), \quad [9a]$$

$$\dot{h}(t) = s_h y(t) - (n + g + \delta)h(t), \quad [9b]$$

dove $y = Y/AL$, $k = K/AL$, e $h = H/AL$ sono quantità per unità effettiva di lavoro. Stiamo assumendo che la medesima funzione di produzione si applichi a capitale umano, capitale fisico e consumo. In altre parole, una unità di consumo può essere trasformata a costo nullo sia in una unità di capitale fisico che in una unità di capitale umano. In aggiunta, stiamo assumendo che il capitale umano si deprezzi allo stesso tasso del capitale fisico. Lucas [1988] modella la funzione di produzione del capitale umano in modo fundamentalmente differente da quella

⁸ Alcuni autori hanno evidenziato l'importanza del capitale umano nella crescita del reddito. Azariadis e Drazen [1990] trovano che nessun paese è stato in grado di crescere velocemente nel secondo dopoguerra senza una forza lavoro altamente alfabetizzata. Essi interpretano ciò come evidenza di un'esternalità di soglia associata all'accumulazione di capitale umano. Allo stesso modo, Rauch [1988] trova che tra i paesi che avevano raggiunto il 95% di alfabetizzazione nel 1960 vi è stata una forte tendenza nel reddito pro-capite a convergere nel periodo 1950-1985. Romer [1989b] trova che il grado di alfabetizzazione all'anno 1960 aiuta a spiegare l'investimento successivo e che, se si corregge l'impatto dell'errore di misurazione, l'alfabetizzazione non ha alcun effetto sulla crescita oltre a quello sull'investimento. Vi sono anche studi meno recenti che sottolineano il ruolo del capitale umano nello sviluppo: ad esempio, Krueger [1978] ed Easterlin [1981].

degli altri beni. Noi crediamo che, quanto meno ai fini di un esame preliminare, sia naturale assumere che i due tipi di funzione di produzione siano simili.

Assumiamo che $\alpha + \beta < 1$, il che implica che vi siano rendimenti decrescenti in tutto il capitale. Se $\alpha + \beta = 1$, allora vi sono rendimenti costanti di scala nei fattori riproducibili: in questo caso però non esiste stato stazionario per questo modello (discuteremo questa possibilità nel Paragrafo 4). Le equazioni [9a] e [9b] implicano che l'economia converge ad uno stato stazionario definito da

$$k^* = \left(\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}},$$

$$h^* = \left(\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n + g + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}$$
[10]

Sostituendo la [10] nella funzione di produzione e trasformando in valori logaritmici si ha un'equazione nel reddito pro-capite simile all'equazione [6] sopra:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \ln(s_k) +$$

$$+ \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(s_h) - \frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(n+g+\delta)$$
[11]

Questa equazione mostra come il reddito pro-capite dipenda dalla crescita della popolazione e dall'accumulazione di capitale fisico e umano.

Come il modello di Solow "da manuale", il modello aumentato prevede coefficienti in equazione [11] che sono funzioni delle quote dei fattori. Come prima, α è la quota del capitale fisico sul reddito e quindi ci aspettiamo un valore di α di circa un terzo. Misurare un valore ragionevole di β , la quota del capitale umano, appare più difficile. Negli Stati Uniti il salario minimo – all'incirca il rendimento del lavoro senza capitale umano – è stato mediamente tra il 30 ed il 50% del salario medio dell'industria manifatturiera. Questo suggerisce che dal 50 al 70% del reddito totale da lavoro rappresenta il rendimento del capitale umano, ovvero che β è compreso tra 1/3 ed 1/2.

L'equazione [11] contiene due previsioni riguardo alle regressioni del Paragrafo precedente, nel quale il capitale umano era stato ignorato. In primo luogo, anche se $\ln(s_h)$ fosse indipendente dalle altre variabili esplicative, il coefficiente di $\ln(s_k)$ è certamente maggiore di $\alpha/(1-\alpha)$. Ad esempio, se $\alpha = \beta = 1/3$, allora il coefficiente di $\ln(s_k)$ sarebbe 1. Poiché un più alto risparmio porta ad un reddito maggiore, esso conduce ad un più alto livello di stato stazionario del capitale umano, anche se la quota di reddito devoluta all'accumulazione di capitale umano non cambia. Pertanto, la presenza di accumulazione di capitale umano au-

menta l'impatto dell'accumulazione di capitale fisico sul reddito.

In secondo luogo, il coefficiente di $\ln(n + g + \delta)$ è più grande in valore assoluto del coefficiente di $\ln(s_k)$. Se $\alpha = \beta = 1/3$, ad esempio, il coefficiente di $\ln(n + g + \delta)$ sarebbe -2 . In questo modello una rapida crescita della popolazione abbassa il reddito pro-capite poiché l'ammontare di entrambi i capitali fisico ed umano va distribuito più finemente tra la popolazione.

Vi è anche un modo alternativo di esprimere il ruolo del capitale umano nella determinazione del reddito in questo modello. Combinando la [11] con l'equazione del livello di stato stazionario [10] si ottiene un'equazione per il reddito in funzione del tasso di investimento in capitale fisico, il tasso di crescita della popolazione ed il livello di capitale umano:

$$\ln \left[\frac{Y(t)}{L(t)} \right] = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1-\alpha} \ln(h^*) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n + g + \delta) \quad [12]$$

L'equazione [12] è quasi identica all'equazione [6] nel Paragrafo 2. In quel modello il livello di capitale umano è una componente del termine di errore. Poiché i tassi di risparmio e di crescita della popolazione influenzano h^* , ci si dovrebbe aspettare che il capitale umano sia positivamente correlato con il tasso di risparmio e negativamente correlato con la crescita della popolazione. Pertanto, l'omissione del termine di capitale umano distorce i coefficienti di risparmio e crescita della popolazione.

Il modello con capitale umano suggerisce due possibili modi per modificare le nostre precedenti regressioni. Un modo è quello di stimare la forma ridotta del modello aumentato, cioè l'equazione [11], nella quale il tasso di accumulazione del capitale umano $\ln(s_h)$ viene aggiunto alle altre variabili esplicative. Un secondo modo è quello di stimare l'equazione [12], nella quale viene aggiunto il livello di capitale umano $\ln(h^*)$. Si noti che queste regressioni alternative prevedono coefficienti dei termini di risparmio e crescita della popolazione differenti: nel sottoporre a *test* il modello di Solow aumentato, una questione fondamentale è infatti se i dati sul capitale umano corrispondano più da vicino al tasso di accumulazione (s_h) ovvero al livello (h) di capitale umano.

B. I dati

Per implementare il modello, restringeremo la nostra analisi all'investimento in capitale umano nella forma di educazione scolastica — così ignorando l'investimento in sanità, tra le altre cose. Nonostante tale più ristretto orizzonte, la misurazione del capitale umano presenta comunque grandi difficoltà pratiche.

Inoltre e, più fondamentalmente, un'ampia parte dell'investimento in educazione prende la forma di potenziali redditi da lavoro non percepiti da parte degli studenti⁹. Questo problema è difficile da risolvere poiché i redditi non percepiti variano al variare del livello di investimento in capitale umano: un lavoratore con poco capitale umano rinuncia ad un salario basso per accumulare più capitale umano, laddove un lavoratore con molto capitale umano perde un maggiore salario. In aggiunta a ciò, la spesa espressamente rivolta all'educazione scolastica ha luogo a tutti i livelli di governo così come dalle famiglie, il che rende la spesa in educazione difficile da quantificare. Infine, non tutta la spesa in educazione è finalizzata alla produzione di capitale umano: filosofia, religione e letteratura, ad esempio, sebbene utili in parte ad addestrare la mente, possono essere anche considerate una forma di consumo¹⁰.

Noi usiamo una variabile sostitutiva in luogo dell'accumulazione di capitale umano (s_h) che misura approssimativamente la percentuale di popolazione in età lavorativa iscritta alla scuola secondaria. Cominciamo con i dati sulla frazione della popolazione di riferimento (di età tra i 12 e i 17 anni) iscritta alla scuola secondaria, tratti dall'annuario dell'UNESCO. Moltiplichiamo poi questo tasso di iscrizione per la frazione della popolazione in età lavorativa che è in età scolare (ovvero tra i 15 e i 19 anni). Tale variabile, che chiamiamo *SCUOLA*, è chiaramente imperfetta: gli intervalli di età nelle due serie di dati non sono esattamente gli stessi, la variabile non comprende l'input degli insegnanti, ed ignora completamente l'educazione primaria e quella superiore ed universitaria. Eppure, se *SCUOLA* è proporzionale a s_h , allora possiamo usarla per stimare l'equazione [11]: il fattore di proporzionalità avrà effetto solo sul termine costante¹¹.

⁹ Kendrick [1976] calcola che per gli Stati Uniti nel 1969 gli investimenti totali lordi in educazione scolastica ed addestramento ammontarono a 192.3 miliardi di dollari, dei quali 92.3 miliardi nella forma di compensazioni imputate agli studenti (tavole A-1 e B-2).

¹⁰ Un problema addizionale dell'implementazione del modello aumentato è che il "prodotto" nel modello non è lo stesso che la contabilità del reddito nazionale registra. Gran parte della spesa in capitale umano consiste in salari non percepiti, i quali andrebbero inclusi in Y . Eppure, il PIL misurato non registra tale componente della spesa in investimenti.

Tuttavia, calcoli spiccioli suggeriscono che questo problema non è quantitativamente importante. Se l'accumulazione di capitale umano non è misurata per niente, allora il PIL registrato è $(1 - s_h)y$. Si può mostrare che questo problema di misurazione non influenza l'elasticità del PIL rispetto all'investimento fisico o alla crescita della popolazione. L'elasticità del PIL registrato rispetto all'accumulazione di capitale umano verrà ridotta di $s_h/(1 - s_h)$ se confrontata con l'elasticità del vero PIL rispetto all'accumulazione di capitale umano, ma, poiché la frazione delle risorse di una nazione devoluta all'accumulazione di capitale umano è piccola, tale effetto sarà piccolo. Ad esempio, se $\alpha = \beta = 1/3$ e $s_h = 0.1$, allora l'elasticità sarà 0.9 invece di 1.0.

¹¹ Anche sotto l'ipotesi meno restrittiva che $\ln(s_h)$ fosse lineare in $\ln(SCUOLA)$, potremmo usare i coefficienti stimati di $\ln(s_h)$ e $\ln(n + g + \delta)$ per inferire i valori di α e β : in questo caso, il coefficiente stimato di $\ln(SCUOLA)$ non avrebbe però un'interpretazione.

Questa misura indica che l'investimento in capitale fisico e la crescita della popolazione possono essere sostitutivi dell'accumulazione di capitale umano nelle regressioni nella Tavola I. La correlazione tra *SCUOLA* e *I/PIL* è 0.59 nel campione intermedio, e la correlazione tra *SCUOLA* ed il tasso di crescita della popolazione è - 0.38. Pertanto, includere l'accumulazione di capitale umano potrebbe alterare sostanzialmente l'impatto stimato dell'accumulazione di capitale fisico e della crescita della popolazione sul reddito pro-capite.

C. I risultati

Variabile dipendente: log PIL per persona in età lavorativa nel 1985			
Campione	Completo (senza prod. petrolio)	Intermedio	OCSE
Osservazioni	98	75	22
Costante	6.89 (1.17)	7.81 (1.19)	8.63 (2.19)
$\ln(I/PIL)$	0.69 (0.13)	0.70 (0.15)	0.28 (0.39)
$\ln(n + g + \delta)$	-1.73 (0.41)	-1.50 (0.40)	-1.07 (0.75)
$\ln(SCUOLA)$	0.66 (0.07)	0.73 (0.10)	0.76 (0.29)
R^2	0.78	0.77	0.24
SEE.	0.51	0.45	0.33
Regressione vincolata			
Costante	7.86 (0.14)	7.97 (0.15)	8.71 (0.47)
$\ln(I/PIL) - \ln(n + g + \delta)$	0.73 (0.12)	0.71 (0.14)	0.29 (0.33)
$\ln(SCUOLA) - \ln(n + g + \delta)$	0.67 (0.07)	0.74 (0.09)	0.76 (0.28)
R^2	0.78	0.77	0.28
SEE.	0.51	0.45	0.32
Test della restrizione			
valore-p	0.41	0.89	0.97
α implicito	0.31 (0.04)	0.29 (0.05)	0.14 (0.15)
β implicito	0.28 (0.03)	0.30 (0.04)	0.37 (0.12)

Nota: Errori standard nelle parentesi. Investimenti e tassi di crescita della popolazione sono medie calcolate sul periodo 1960-1985. $g + \delta$ è assunto uguale a 0.05. *SCUOLA* è la percentuale media di popolazione in età lavorativa in scuola secondaria nel periodo 1960-1985.

Tavola II – Stima del modello di Solow aumentato

La Tavola II presenta le regressioni del logaritmo del reddito pro-capite sul logaritmo del tasso di investimento, il logaritmo di $n + g + \delta$, e il logaritmo della percentuale di popolazione in scuola secondaria. L'indicatore del capitale umano entra significativamente in tutti e tre i campioni, riduce anche fortemente la dimensione del coefficiente dell'investimento in capitale fisico, e migliora l'adattamento della regressione in confronto a quello della Tavola I. Queste tre variabili spiegano quasi l'80% della variazione tra paesi nel reddito pro-capite nei due campioni allargato ed intermedio.

I risultati della Tavola II supportano decisamente il modello di Solow aumentato. L'equazione [11] mostra che il modello aumentato prevede che la somma dei coefficienti di $\ln(I/Y)$, $\ln(SCUOLA)$ e $\ln(n + g + \delta)$ sia zero. La metà inferiore della tavola mostra che tale restrizione non viene rifiutata in nessuno dei tre campioni. Le ultime righe della tavola danno i valori di α e β impliciti nei coefficienti della regressione vincolata: per il campione esteso e per quello intermedio, α e β sono circa un terzo e sono anche altamente significativi. Le stime nel campione OCSE sono meno precise: in questo campione, i coefficienti di investimenti e crescita della popolazione non sono statisticamente significativi, ma non sono neppure significativamente differenti dalle stime ottenuti nei campioni più ampi¹².

Possiamo così concludere che aggiungere il capitale umano al modello di Solow migliora la sua *performance*. Consentire l'inserimento del capitale umano elimina le preoccupanti anomalie — gli alti coefficienti di investimenti e crescita della popolazione nelle regressioni della Tavola I — che sorgono allorché il modello di Solow dei libri di testo viene messo alla prova dei dati. Le stime dei parametri sembrano ora ragionevoli ed anche usando un sostituto impreciso per il capitale umano, come la scolarità, siamo in grado di liberarci di una larga parte della varianza residua del modello.

4. Crescita endogena e convergenza

Negli ultimi anni, gli economisti che studiano la crescita si sono dedicati in modo crescente ai modelli di crescita endogena. Tali modelli sono caratterizzati dall'assunzione di rendimenti non decrescenti nell'insieme di fattori di produzione riproducibili. Ad esempio, il nostro modello con capitale fisico e umano diven-

¹² Come detto nella nota precedente, sotto l'ipotesi più debole che $\ln(s_h)$ sia lineare in $\ln(SCUOLA)$, le stime di α e β possono essere inferite dai coefficienti di $\ln(I/PIL)$ e $\ln(n + g + \delta)$ nella regressione vincolata. Se facciamo questo, otteniamo stime di α e β non molto differenti da quelle riportate nella Tavola II.

terebbe un modello di crescita endogena qualora $\alpha + \beta = 1$. Alcune delle implicazioni di questa assunzione sono che i paesi che risparmiano di più crescono più velocemente ed indefinitamente e che paesi con le stesse preferenze o tecnologia non convergono necessariamente nel reddito pro-capite.

I difensori dei modelli di crescita endogena presentano questi come alternative al modello di Solow, motivandoli con il supposto fallimento del modello di Solow nello spiegare le differenze tra paesi. Barro [1989] argomenta succintamente:

Nei modelli di crescita neoclassici con rendimenti decrescenti, come quello di Solow [1956], Cass [1965] e Koopmans [1965], il tasso di crescita pro-capite di un paese tende ad essere inversamente legato al suo livello iniziale di reddito per persona. Pertanto, in assenza di *shocks*, paesi ricchi e poveri tenderanno a convergere in termini di livelli del reddito pro-capite. Tuttavia, tale ipotesi di convergenza appare essere incoerente con l'evidenza tra-paesi, la quale indica che i tassi di crescita pro-capite sono incorrelati con il livello iniziale di prodotto pro-capite.

Il nostro primo scopo in questo Paragrafo è di riesaminare tale evidenza sulla convergenza per stabilire se essa contraddica il modello di Solow. Il nostro secondo scopo è di generalizzare i nostri risultati precedenti. Per implementare il modello di Solow, abbiamo assunto che i paesi nel 1985 si trovassero nei loro rispettivi stati stazionari (o, più generalmente, che le deviazioni dallo stato stazionario fossero casuali), ma pure tale assunzione è discutibile ed esamineremo, pertanto, quanto il modello di Solow aumentato preveda riguardo al comportamento al di fuori dello stato stazionario.

A. La teoria

Il modello di Solow prevede che i paesi raggiungono differenti stati stazionari. Nel Paragrafo 2 abbiamo sostenuto che molte delle differenze tra paesi nel reddito pro-capite possono farsi risalire a differenti determinanti dello stato stazionario nel modello di crescita di Solow: accumulazione di capitale fisico ed umano e crescita della popolazione. Il modello di Solow *non* prevede quindi convergenza: esso prevede solo che il reddito pro-capite in un dato paese converga al valore di stato stazionario *di quel paese*. In altre parole, il modello di Solow prevede convergenza solo dopo aver tenuto ferme le determinanti dello stato stazionario, un fenomeno che può essere definito "convergenza condizionale".

In aggiunta a ciò, il modello di Solow fa anche previsioni quantitative circa la velocità di convergenza allo stato stazionario. Sia y^* il livello di stato stazionario del reddito per lavoratore effettivo dato dall'equazione [11], e sia $y(t)$ il valore corrente al tempo t . Approssimando attorno allo stato stazionario, la velocità di convergenza è data da

$$\frac{d \ln(y(t))}{dt} = \lambda [\ln(y^*) - \ln(y(t))], \quad [13]$$

dove

$$\lambda = (n + g + \delta)(1 - \alpha - \beta).$$

Ad esempio, se $\alpha = \beta = 1/3$ e $n + g + \delta = 0.06$, allora il tasso di convergenza (λ) sarebbe uguale a 0.02. Ciò implica che l'economia compie metà del tragitto verso lo stato stazionario in circa 35 anni. Si noti che il modello di Solow dei libri di testo, che esclude il capitale umano, implica una convergenza molto più veloce. Se $\beta = 0$, allora λ diviene 0.04, e l'economia compie metà della distanza che la separa dallo stato stazionario in circa 17 anni.

Il modello suggerisce in modo naturale una regressione per studiare il tasso di convergenza. L'equazione [13] implica che

$$\ln(y(t)) = (1 - e^{-\lambda t}) \ln(y^*) + e^{-\lambda t} \ln(y(0)), \quad [14]$$

dove $y(0)$ è il reddito per lavoratore effettivo ad una qualche data iniziale. Sottraendo $\ln(y(0))$ da entrambi i lati, si ha

$$\begin{aligned} \ln(y(t)) - \ln(y(0)) &= \\ &= (1 - e^{-\lambda t}) \ln(y^*) - (1 - e^{-\lambda t}) \ln(y(0)). \end{aligned} \quad [15]$$

Infine, sostituendo y^* :

$$\begin{aligned} \ln(y(t)) - \ln(y(0)) &= (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_k) + \\ &+ (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \ln(s_h) - (1 - e^{-\lambda t}) \frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} \\ &\ln(n + g + \delta) - (1 - e^{-\lambda t}) \ln(y(0)) \end{aligned} \quad [16]$$

Così, nel modello di Solow la crescita del reddito è funzione delle determinanti ultime dello stato stazionario e del livello iniziale del reddito.

Le previsioni dei modelli di crescita endogena riguardo alla convergenza tra paesi sono molto differenti da quelle del modello di Solow. Nei modelli di crescita endogena non esiste un livello di stato stazionario del reddito e le differenze tra paesi nel reddito pro-capite possono persistere indefinitamente anche se i paesi hanno gli stessi tassi di risparmio e di crescita della popolazione¹³. I mo-

¹³ Sebbene noi non affrontiamo la questione in questa sede, va detto che i modelli di crescita endogena fanno anche previsioni quantitative circa l'impatto del risparmio sulla crescita. Tali modelli sono tipicamente caratterizzati da rendimenti costanti nei fattori di produzione riproducibili, vale a dire capitale fisico e umano. Il nostro modello del Paragrafo 3 fornisce un modo

delli di crescita endogena ad un settore – quelli con una funzione di produzione “ $Y = AK$ ” – non prevedono nessun tipo di convergenza. Vale a dire, questi semplici modelli di crescita endogena prevedono un coefficiente di $y(0)$ nella regressione [16] pari a zero. Come nota Barro [1989], tuttavia, modelli di crescita endogena con più di un settore possono implicare convergenza se, con settori sbilanciati ovvero in condizioni iniziali diverse, il reddito iniziale di un paese è correlato con il grado di sbilanciamento tra settori.

Prima di presentare i risultati sulla convergenza, vorremmo sottolineare le differenze tra le regressioni basate sull'equazione [16] e quelle presentate in precedenza. Le regressioni delle Tavole I e II sono valide solo se i paesi si trovano nel rispettivo stato stazionario o se le deviazioni da questo sono causali. L'equazione [16] ha il vantaggio di prendere esplicitamente in considerazione la dinamica *fuori dallo stato stazionario*. Ma l'implementazione dell'equazione [16] produce un nuovo problema: se i paesi presentassero differenze permanenti nelle loro funzioni di produzione – cioè, differenti $A(0)$ – allora questi $A(0)$ comparirebbero nel termine di errore e sarebbero correlate positivamente con il reddito iniziale e, quindi, una variazione in $A(0)$ distorcerebbe il coefficiente del reddito iniziale verso zero (ed influenzerebbe, almeno potenzialmente, anche gli altri coefficienti). In altre parole, differenze permanenti tra paesi nella funzione di produzione porterebbero a differenze nel reddito iniziale non correlate con i tassi di crescita susseguenti e, pertanto, distorcerebbero i risultati in sfavore dell'ipotesi di convergenza.

B. I risultati

Sottoponiamo ora a *test* le previsioni di convergenza del modello di Solow. Riportiamo le regressioni della variazione del logaritmo del reddito pro-capite nel periodo dal 1960 al 1985 sul logaritmo del reddito pro-capite nel 1960, con e senza l'inclusione di investimenti, crescita della popolazione in età lavorativa e iscrizioni scolastiche.

semplice di analizzare le previsioni dei modelli di crescita endogena. Con queste modificazioni al modello del Paragrafo 3, la funzione di produzione diviene $Y = AK^\alpha H^{1-\alpha}$. In questa forma, il modello prevede che il rapporto tra capitale fisico e umano, K/H , converga a s_k/s_h , e che K , H , e Y crescano quindi al tasso $A(s_k/s_h)^{\alpha/(1-\alpha)}$. La derivata di tale tasso di crescita “di stato stazionario” rispetto a s_k è allora $\alpha A(s_k/s_h)^{1/(1-\alpha)} = \alpha Y/K$. L'impatto del risparmio sulla crescita dipende dall'esponente del capitale nella funzione di produzione, α , e dal rapporto capitale-prodotto. Nei modelli in cui la crescita endogena si origina principalmente da esternalità derivanti dal capitale fisico, α è vicino ad uno, e la derivata del tasso di crescita rispetto a s_k è approssimativamente $1/(K/Y)$, ovvero circa 0.4. Nei modelli in cui la crescita endogena si origina soprattutto dall'accumulazione di capitale umano e non vi sono esternalità derivanti dal capitale fisico, la derivata è di circa $0.3/(K/Y)$, ovvero 0.12.

Variabile dipendente: log delle differenze del PIL per persona in età lavorativa tra il 1960 ed il 1985			
Campione	Completo (senza prod. petrolio)	Intermedio	OCSE
Osservazioni	98	75	22
Costante	-0.266 (0.380)	0.587 (0.433)	3.69 (0.68)
ln(Y60)	0.0943 (0.0496)	-0.00423 (0.05484)	-0.341 (0.079)
\bar{R}^2	0.03	-0.01	0.46
S.E.E.	0.44	0.41	0.18
λ implicito	-0.00360 (0.00219)	0.00017 (0.00218)	0.0167 (0.0023)

Nota: Errori standard nelle parentesi. Y60 è il PIL per persona in età lavorativa nel 1960.

Tavola III – Tests di convergenza non condizionale

Nella Tavola III, il logaritmo del reddito pro-capite è la sola variabile esplicativa. Questa tavola riproduce i risultati di molti autori precedenti sull'incapacità dei redditi di convergere (De Long [1988], Romer [1987]). Il coefficiente del livello iniziale del reddito pro-capite è appena positivo nel campione esteso ed è zero nel campione intermedio, e per entrambe le regressioni l' R^2 corretto è essenzialmente nullo: non emerge alcuna tendenza per i paesi poveri a crescere più velocemente dei paesi ricchi.

La Tavola III mostra tuttavia una significativa tendenza verso la convergenza nel campione OCSE. Il coefficiente del livello iniziale del reddito pro-capite è significativamente negativo e l' R^2 della regressione è 0.46. Questo risultato conferma, tra gli altri, quelli di Dowrick e Nguyen [1989].

Variabile dipendente:
log delle differenze del PIL per persona in età lavorativa tra il 1960 ed il 1985

Campione	Completo (senza prod. petrolio)	Intermedio	OCSE
Osservazioni	98	75	22
Costante	1.93 (0.83)	2.23 (0.86)	2.19 (1.17)
$\ln(Y_{60})$	-0.141 (0.052)	-0.228 (0.057)	-0.351 (0.066)
$\ln(//PIL)$	0.647 (0.087)	0.644 (0.104)	0.392 (0.176)
$\ln(n + g + \delta)$	-0.299 (0.304)	-0.464 (0.307)	-0.753 (0.341)
\bar{R}^2	0.38	0.35	0.62
S.E.E.	0.35	0.33	0.15
λ implicito	0.00606 (0.00182)	0.0104 (0.0019)	0.0173 (0.0019)

Nota: Errori standard nelle parentesi. Y_{60} è il PIL per persona in età lavorativa nel 1960. I tassi di investimento e di crescita della popolazione sono medie sul periodo 1960-1985. $g + \delta$ è uguale a 0.05.

Tavola IV – Tests di convergenza condizionale

La Tavola IV aggiunge i nostri indicatori dei tassi di investimento e di crescita della popolazione alle variabili esplicative della regressione. In tutti e tre i campioni il coefficiente del livello iniziale del reddito è ora significativamente negativo, appare cioè, esservi una forte evidenza di convergenza. Inoltre, l'inclusione dei tassi di investimento e di crescita della popolazione migliora sostanzialmente l'adattamento della regressione. La Tavola V aggiunge invece il nostro indicatore del capitale umano alle variabili esplicative della regressione nella Tavola IV. Questa nuova variabile abbassa ulteriormente il coefficiente del livello iniziale del reddito, e di nuovo migliora l'adattamento della regressione.

Variabile dipendente: log delle differenze del PIL per persona in età lavorativa tra il 1960 ed il 1985			
Campione	Completo (senza prod. petrolio)	Intermedio	OCSE
Osservazioni	98	75	22
Costante	3.04 (0.83)	3.69 (0.91)	2.81 (1.19)
$\ln(Y60)$	-0.289 (0.062)	-0.366 (0.067)	-0.398 (0.070)
$\ln(I/PIL)$	0.524 (0.087)	0.538 (0.102)	0.335 (0.174)
$\ln(n + g + \delta)$	-0.505 (0.288)	-0.551 (0.288)	-0.844 (0.334)
$\ln(SCUOLA)$	0.233 (0.060)	0.271 (0.081)	0.233 (0.144)
\bar{R}^2	0.46	0.43	0.65
SEE.	0.33	0.30	0.15
λ implicito	0.0137 (0.0019)	0.0182 (0.0020)	0.0203 (0.0020)

Nota: Errori standard nelle parentesi. Y60 è il PIL per persona in età lavorativa nel 1960. I tassi di investimento e di crescita della popolazione sono medie sul periodo 1960-1985. $g + \delta$ è uguale a 0.05. SCUOLA è la percentuale media di popolazione in età lavorativa in scuola secondaria calcolata sul periodo 1960-1985.

Tavola V – Tests di convergenza condizionale

La Figura I mostra graficamente l'effetto dell'aggiunta delle variabili di crescita della popolazione ed accumulazione di capitale fisico e umano all'usuale "grafico della convergenza", presentato per la prima volta da Romer [1987]. Il riquadro in alto mostra il diagramma di dispersione per il campione intermedio del tasso di crescita annuale medio del reddito pro-capite dal 1960 al 1985 contro il logaritmo del reddito pro-capite nel 1960. Chiaramente, non vi è alcuna evidenza che i paesi che partono poveri tendano a crescere più velocemente. Il secondo riquadro della figura mostra il medesimo diagramma di dispersione del tasso di crescita contro il livello del reddito condizionando sui logaritmi del tasso di investimento e di $(n + g + \delta)$. Questa figura mostra che, se i paesi non avessero variato i loro tassi di investimento e di crescita della popolazione, vi sarebbe stata una forte tendenza per i paesi poveri a crescere più velocemente di quelli ricchi. Il riquadro in basso della Figura I mostra il medesimo diagramma di dispersione, condizionando oltre che sui tassi di investimento e di crescita della popolazione anche sulla variabile di capitale umano: la tendenza verso la convergenza è ora ancora più forte.

I risultati nelle Tavole IV e V sono particolarmente significativi non solo perché evidenziano convergenza, ma anche per il tasso al quale tale convergenza avviene. I valori impliciti di λ , cioè il parametro che regola la velocità di convergenza, sono derivati dal coefficiente di $\ln(Y60)$. I valori della Tavola IV sono molto più piccoli di quanto il modello di Solow dei libri di testo prevede, eppure le stime della Tavola V sono più vicine a quanto il modello di Solow aumentato preveda, e per due ragioni. In primo luogo, il modello di Solow aumentato prevede un più lento tasso di convergenza del modello senza capitale umano. In secondo luogo, i risultati empirici con incluso il capitale umano implicano un più rapido tasso di convergenza di quello implicato dai medesimi risultati con capitale umano escluso. Pertanto, ancora una volta l'inclusione del capitale umano può essere di aiuto nello spiegare taluni risultati che appaiono anomali dal punto di vista del modello di Solow dei libri di testo.

La Tavola VI presenta le stime dell'equazione [16] ottenute imponendo il vincolo che i coefficienti di $\ln(s_k)$, $\ln(s_h)$ e $\ln(n + g + \delta)$ sommino a zero. Noi troviamo che tale restrizione non viene rifiutata, e che imporla ha un modesto effetto sui coefficienti. Le righe in basso della Tavola VI presentano i valori impliciti di α e β : le stime di α vanno da 0.38 a 0.48, mentre quelle di β sono 0.23 in tutti e tre i campioni. Confrontati con quelli della Tavola II, i risultati di queste regressioni danno un peso in qualche modo più ampio al capitale fisico ed uno in qualche modo più piccolo al capitale umano.

In contrasto con quelli riportati nelle tavole dalla I alla IV, i risultati per il campione OCSE nelle Tavole V e VI sono simili a quelli per gli altri campioni. Un'interpretazione che riconcilia tale similarità tra i campioni in questo caso e la dissimilarità vista nelle specificazioni precedenti può essere che gli allontanamenti dallo stato stazionario rappresentano una quota più larga della variazione tra paesi nel reddito pro-capite per i paesi del campione OCSE di quella della variazione degli altri campioni. Se i paesi OCSE sono lontani dai loro stati stazionari, ciò implica che la crescita della popolazione e l'accumulazione del capitale non hanno ancora avuto il loro pieno impatto sugli *standards* di vita: si otterranno quindi coefficienti stimati più bassi e R^2 più bassi per l'OCSE in quelle specificazioni che non considerano le dinamiche fuori dallo stato stazionario. Allo stesso modo, la maggiore importanza di tali allontanamenti dallo stato stazionario per l'OCSE spiegherebbe perché per questi paesi si trovi una maggiore convergenza non condizionale. Noi troviamo tale interpretazione plausibile: la Seconda Guerra Mondiale certamente causò ampi allontanamenti dallo stato stazionario, ed ebbe senz'altro più vasti effetti sull'OCSE che sul resto del mondo. Con un valore di λ di 0.02, quasi metà dell'allontanamento dallo stato stazionario nel 1945 rimarrebbe alla fine del campione nel 1985.

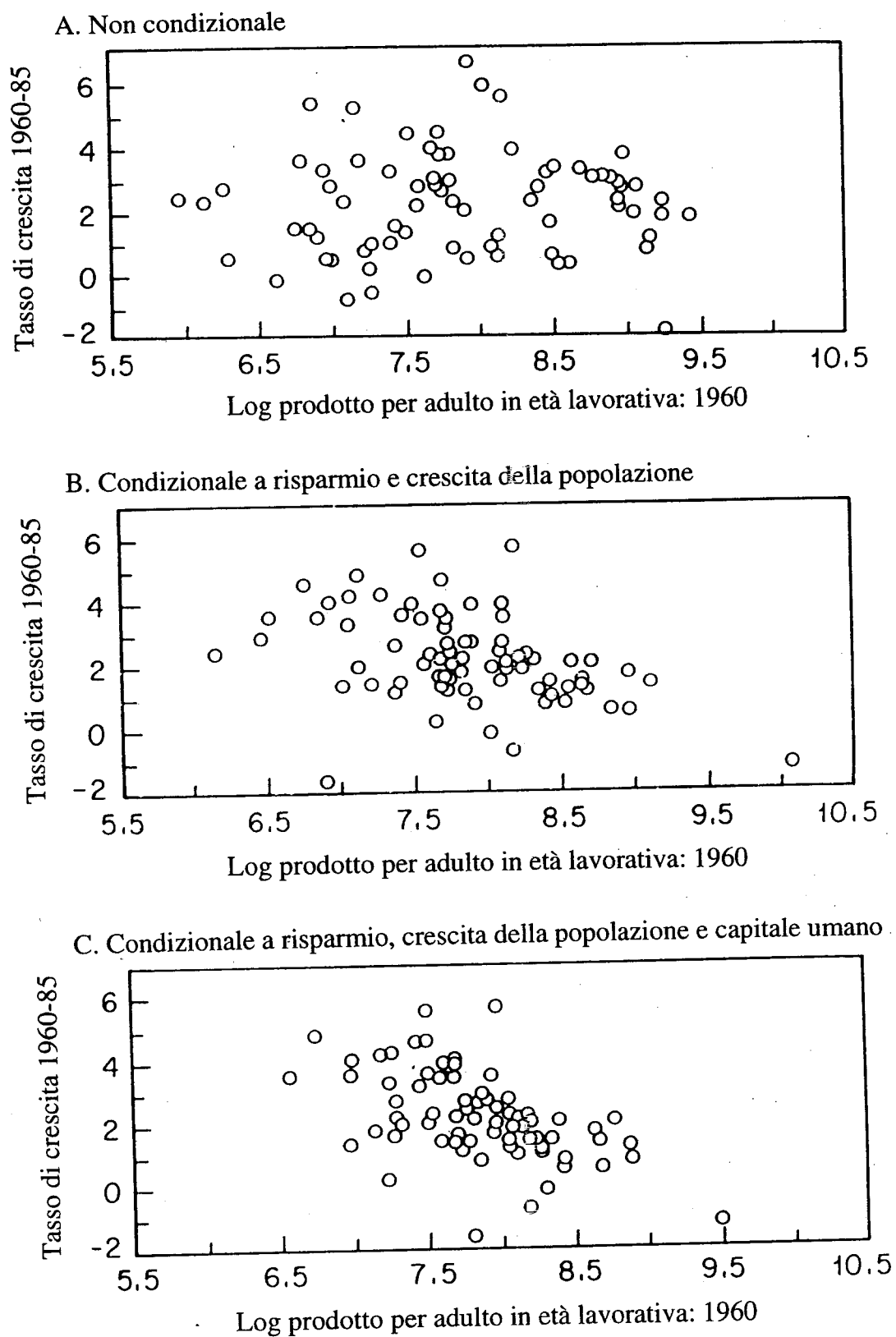


Figura 1 – *Convergenza non condizionale versus convergenza condizionale*

Nel complesso, la nostra interpretazione dell'evidenza di convergenza contrasta nettamente con quella dei sostenitori della crescita endogena. In specifico, noi riteniamo che lo studio della convergenza non riveli un fallimento del modello di Solow. Una volta definite quelle variabili che secondo il modello di Solow determinano lo stato stazionario, vi è sostanziale convergenza nel reddito pro-capite e tale convergenza, inoltre, appare verificarsi al tasso che il modello prevede.

<i>Variabile dipendente:</i> <i>log delle differenze del PIL per persona in età lavorativa tra il 1960 ed il 1985</i>			
Campione	Completo (senza prod. petrolio)	Intermedio	OCSE
Osservazioni	98	75	22
Costante	2.46 (0.48)	3.09 (0.53)	3.55 (0.63)
$\ln(Y60)$	-0.299 (0.061)	-0.372 (0.067)	-0.402 (0.069)
$\ln(II/PIL) - \ln(n + g + \delta)$	0.500 (0.082)	0.506 (0.095)	0.396 (0.152)
$\ln(SCUOLA) - \ln(n + g + \delta)$	0.238 (0.060)	0.266 (0.080)	0.236 (0.141)
\bar{R}^2	0.46	0.44	0.66
S.E.E.	0.33	0.30	0.15
Test della restrizione:			
valore-p	0.40	0.42	0.47
λ implicito	0.0142 (0.0019)	0.0186 (0.0019)	0.0206 (0.0020)
α implicito	0.48 (0.07)	0.44 (0.07)	0.38 (0.13)
β implicito	0.23 (0.05)	0.23 (0.06)	0.23 (0.11)

Nota: Errori standard nelle parentesi. Y60 è il PIL per persona in età lavorativa nel 1960. I tassi di investimento e di crescita della popolazione sono medie sul periodo 1960-1985. $g + \delta$ è uguale a 0.05. SCUOLA è la percentuale media di popolazione in età lavorativa in scuola secondaria calcolata sul periodo 1960-1985.

Tavola VI – Tests di convergenza condizionale, regressioni vincolate

5. Differenziali nei tassi di interesse e movimenti di capitale

Recentemente vari economisti, tra i quali Lucas [1988], Barro [1989] e King e Rebelo [1989], hanno messo in luce un'obiezione al modello di Solow, in aggiunta a quelle che abbiamo discusso sinora: essi sostengono che il modello non è in grado di spiegare o le differenze nel tasso di rendimento o i movimenti internazionali di capitali. Nel modello dei Paragrafi 2 e 3, il prodotto marginale del capitale di stato stazionario, al netto del deprezzamento, è

$$MPK - \delta = \frac{\alpha}{s_k}(n + g + \delta) - \delta. \quad [17]$$

Così, il prodotto marginale del capitale varia positivamente con il tasso di crescita della popolazione e negativamente con il tasso di risparmio. Poiché le differenze tra paesi nei tassi di risparmio e di crescita della popolazione sono ampie, anche le differenze nei tassi di rendimento dovrebbero essere ampie. Se, ad esempio, $\alpha = 1/3$, $\delta = 0.03$ e $g = 0.02$, allora la media del prodotto marginale netto di stato stazionario sarebbe 0.12 nel campione intermedio, con una deviazione standard di 0.08¹⁴.

Due fatti collegati appaiono incoerenti con tali previsioni. In primo luogo, i differenziali osservati nei tassi di interesse reali risultano più piccoli delle differenze previste nel prodotto marginale del capitale. In secondo luogo, come hanno per primi documentato Feldstein e Horioka [1980], paesi con tassi di risparmio più alti hanno alti tassi di investimento interno piuttosto che larghi attivi di bilancia dei pagamenti in conto corrente: il capitale non si muove dai paesi ad alto risparmio a quelli a basso risparmio.

Sebbene questi due fatti rappresentino davvero dei *puzzles* da risolvere, è prematuro vederli come una base per rifiutare il modello di Solow. Il modello di Solow prevede che il prodotto marginale del capitale sia alto nei paesi a basso risparmio, ma non prevede necessariamente che anche i tassi di interesse siano alti. Si può inferire il prodotto marginale del capitale dai tassi di interesse reali

¹⁴ Esiste un modo alternativo di ottenere il prodotto marginale del capitale, che vale anche al di fuori dello stato stazionario ma richiede una stima di β e l'ipotesi di assenza di spostamenti della funzione di produzione specifici di paese. Se si assume che i rendimenti del capitale umano e fisico siano eguagliati in ogni paese, allora si può mostrare che MPK è proporzionale a $y^{(\alpha + \beta - 1)/(\alpha + \beta)}$. Pertanto, per il modello di Solow dei libri di testo in cui $\alpha = 1/3$ e $\beta = 0$, MPK è inversamente proporzionale al quadrato del prodotto. Come hanno notato King e Rebelo [1989] ed altri, le differenze implicite nei tassi di rendimenti tra paesi sono incredibilmente grandi. Eppure, se $\alpha = \beta = 1/3$, allora MPK è inversamente proporzionale alla radice quadrata del prodotto: in questo caso, le differenze implicite nel MPK tra paesi sono molto più piccole e sono simili a quelle ottenibili mediante l'equazione [17].

sulle attività finanziarie solo se gli investitori stanno ottimizzando ed i mercati dei capitali sono perfetti, ma entrambe tali assunzioni sono discutibili. È possibile che alcuni degli investimenti più produttivi nei paesi poveri siano in capitale pubblico, e che il comportamento dei governi dei paesi poveri non sia socialmente ottimale. Inoltre, è anche possibile che il prodotto marginale del capitale privato sia alto nei paesi poveri e nonostante ciò quegli agenti economici che potrebbero fare gli investimenti produttivi non li effettuino perché si trovano di fronte a vincoli finanziari o perché temono futuri espropri.

Qualche evidenza a supporto di tale interpretazione viene da un esame della variazione internazionale del tasso di profitto. Se il capitale viene remunerato al valore del proprio prodotto marginale, si può allora misurare il prodotto marginale del capitale come

$$MPK = \frac{\alpha}{\frac{K}{Y}}$$

Cioè, il rendimento del capitale è pari alla quota del capitale sul reddito (α) divisa per il rapporto capitale-prodotto (K/Y). L'evidenza disponibile indica che la quota del capitale è all'incirca costante tra paesi. Sachs ([1979], Tavola 3) presenta le quote dei fattori per i paesi del G-7. Le sue cifre mostrano che la variazione di tali quote tra paesi e nel tempo è modesta¹⁵. Per contro, i rapporti capitale-prodotto variano sostanzialmente tra paesi: accumulando i dati sugli investimenti di Summers e Heston [1988] per ottenere stime dello stock di capitale, si trova che i paesi a basso risparmio hanno rapporti capitale-prodotto vicini ad uno ed i paesi ad alto risparmio hanno rapporti capitale-prodotto vicini a tre. Pertanto, la misurazione diretta del tasso di profitto suggerisce che vi è un'ampia variazione a livello internazionale nel rendimento del capitale.

L'evidenza disponibile mostra anche che il rischio di esproprio è una ragione non trascurabile che impedisce al capitale di muoversi da un paese all'altro per eliminare le differenze nel tasso di profitto. Williams [1975] ha esaminato l'esperienza degli investimenti stranieri nei paesi in via di sviluppo dal 1956 al 1972. Egli riporta che, durante questo periodo, i governi hanno nazionalizzato circa il 19% del capitale straniero, e che il compenso fornito per tale operazione non ha superato in media il 41% del valore dichiarato a bilancio. È difficile dire precisamente quante delle differenze osservate nei tassi di profitto tale rischio di esproprio possa spiegare, ma in ogni caso, proprio poiché tale rischio esiste,

¹⁵ In particolare, non vi è alcuna evidenza che una rapida accumulazione del capitale aumenti la quota del capitale. Sachs [1979] riporta che la rapida accumulazione del Giappone negli anni Sessanta e Settanta, ad esempio, fu associata ad un *aumento* della quota del lavoro dal 69% del 1962-1964 al 77% del 1975-1978. Si veda anche Atkinson ([1975], p. 167).

p
d
un
di
U

sarebbe sorprendente se i tassi di profitto non fossero quanto meno un po' più alti nei paesi in via di sviluppo.

Ulteriore evidenza sui tassi di rendimento la si può trovare guardando alla vasta letteratura sulle differenze internazionali dei rendimenti nell'educazione scolastica. Psacharopoulos [1985] ha riassunto i risultati di studi compiuti su oltre 60 paesi nei quali si analizzano le determinanti dei redditi da lavoro utilizzando dati micro. Poiché i salari non percepiti rappresentano il costo primario dell'educazione, il tasso di rendimento è pari all'incirca all'incremento percentuale del salario che risulta da un anno aggiuntivo di educazione scolastica. Egli riporta che più povero il paese, più alto il rendimento dell'educazione.

Nel complesso, l'evidenza sul rendimento del capitale appare coerente con il modello di Solow. In realtà, si potrebbe sostenere che essa supporta il modello di Solow contro l'alternativa dei modelli di crescita endogena. Molti modelli di crescita endogena assumono rendimenti costanti di scala nei fattori di produzione riproducibili: essi dunque implicano che il tasso di rendimento non dovrebbe variare con il livello di sviluppo. Eppure, la misurazione diretta dei tassi di profitto e dei rendimenti dell'educazione scolastica indica che il tasso di rendimento è molto più alto nei paesi poveri.

6. Conclusioni

Abbiamo suggerito che le differenze internazionali nel reddito pro-capite possono essere meglio comprese se si utilizza un modello di crescita di Solow aumentato. In questo modello, il prodotto viene ottenuto mediante capitale fisico, capitale umano e lavoro e viene utilizzato come investimento in capitale fisico, investimento in capitale umano e consumo. Una funzione di produzione coerente con i nostri risultati empirici è $Y = K^{1/3} H^{1/3} L^{1/3}$.

Tale modello di crescita economica ha varie implicazioni. In primo luogo, l'elasticità del reddito rispetto allo stock di capitale fisico non è sostanzialmente differente dalla quota del capitale sul reddito. Questa conclusione indica, in contrasto con il suggerimento di Romer, che il capitale riceve approssimativamente il suo rendimento sociale. In altre parole, non appaiono esserci sostanziali esternalità nell'accumulazione di capitale fisico.

In secondo luogo, nonostante l'assenza di esternalità, l'accumulazione di capitale fisico ha un più pronunciato impatto sul reddito pro-capite di quanto il modello di Solow dei libri di testo implichi. Un maggiore tasso di risparmio porta ad un maggiore reddito in stato stazionario, il che a sua volta porta a più alti livelli di capitale umano, anche a parità di tasso di accumulazione del capitale umano. Un più alto risparmio aumenta così la produttività totale dei fattori convenzio-

nalmente misurata. Questa differenza tra il modello da libro di testo e quello aumentato è quantitativamente importante. Il modello di Solow dei libri di testo con una quota del capitale sul reddito di un terzo indica che l'elasticità del reddito rispetto al tasso di risparmio è di un mezzo: il nostro modello di Solow aumentato indica che questa elasticità è pari ad uno.

In terzo luogo, anche la crescita della popolazione ha un più ampio impatto sul reddito pro-capite di quello indicato del modello dei libri di testo. Nel modello da manuale, una più alta crescita della popolazione abbassa il reddito in quanto il capitale disponibile va suddiviso tra un maggior numero di lavoratori. Nel modello aumentato, anche il capitale umano va suddiviso tra più lavoratori, il che implica che una maggior crescita della popolazione abbassa la produttività totale dei fattori misurata. Di nuovo, questo effetto è importante quantitativamente. Nel modello dei libri di testo con una quota del capitale di un terzo, l'elasticità del reddito pro-capite rispetto a $n + g + \delta$ è $-1/2$: nel nostro modello aumentato tale elasticità è -2 .

In quarto luogo, il nostro modello ha implicazioni per la dinamica dell'economia quando quest'ultima non è in stato stazionario. Contrariamente ai modelli di crescita endogena, questo modello prevede che paesi con tecnologie e tassi di accumulazione e di crescita della popolazione simili dovrebbero convergere nel reddito pro-capite. Eppure, tale convergenza avviene più lentamente di quanto il modello di Solow da libro di testo suggerisca. Il modello di Solow da manuale implica che l'economia raggiunga la metà del tragitto verso lo stato stazionario in circa 17 anni, laddove il modello di Solow aumentato implica un tempo pari a 35 anni.

Più in generale, i nostri risultati indicano che il modello di Solow è coerente con l'evidenza internazionale se si riconosce l'importanza del capitale umano accanto a quello fisico. Il modello di Solow aumentato dice che le differenze in risparmio, educazione e crescita della popolazione dovrebbero spiegare le differenze tra paesi nel reddito pro-capite. L'esame dei dati da noi compiuto indica che queste tre variabili spiegano, in effetti, grande parte della variazione a livello internazionale.

La ricerca futura dovrebbe cercare di spiegare perché le variabili considerate come esogene nel modello di Solow varino così tanto da paese a paese. La nostra aspettativa è che saranno le differenze nelle politiche fiscali e scolastiche, nei gusti e preferenze nei confronti dei bambini e nella stabilità politica a risultare alla fine le determinanti ultime delle differenze tra paesi. La nostra aspettativa è anche che sarà il modello di Solow che fornirà il miglior schema per comprendere come tali determinanti influenzano il livello di benessere di un paese.

Riferimenti bibliografici

- Atkinson A. [1975], *The Economics of Inequality*, Oxford, Clarendon Press.
- Azariadis C. e Drazen A. [1990], *Threshold Externalities in Economic Development*, in "Quarterly Journal of Economics", 105, pp. 501-526.
- Barro R.J. [1989], *Economic Growth in a Cross Section of Countries*, in "NBER", W.P. 3120, September.
- De Long J.B. [1988], *Productivity Growth, Convergence, and Welfare: Comment*, in "American Economic Review", 78, pp. 1138-1154.
- Dowrick S. e Nguyen D.T. [1989], *OECD Comparative Economic Growth 1950-1985: Catch-Up and Convergence*, in "American Economic Review", 79, pp. 1010-1030.
- Easterlin R. [1981], *Why Isn't the Whole World Developed?*, in "Journal of Economic History", 41, pp. 1-20.
- Feldstein M. e Horioka C. [1980], *Domestic Saving and International Capital Flows*, in "Economic Journal", 90, pp. 314-329.
- Kendrick J.W. [1976], *The Formation and Stocks of Total Capital*, New York, Columbia University Press.
- King R.G. e Rebelo S.T. [1989], *Transitional Dynamics and Economic Growth in the Neoclassical Model*, in "NBER" W.P. 3185, November.
- Krueger A.O. [1968], *Factor Endowments and Per-Capita Income Differences Among Countries*, in "Economic Journal", 78, pp. 641-659.
- Lucas R.E. [1988], *On the Mechanics of Economic Development*, in "Journal of Monetary Economics", 22, pp. 3-42.
- Psacharopoulos G. [1985], *Returns to Education: A Further International Update and Implications*, in "Journal of Human Resources", 20, pp. 583-604.
- Rauch J.E. [1988], *The Question of International Convergence of Per-Capita Consumption: A Euler Equation Approach*, University of California, San Diego, Mimeo, August.
- Romer P. [1987], *Crazy Explanations for the Productivity Slowdown*, in "NBER Macroeconomics Annual", 1987, pp. 163-210.
- Romer P. [1989a], *Capital Accumulation in the Theory of Long-Run Growth*, in Barro R.J. (a cura di), *Modern Business Cycle Theory*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Romer P. [1989b], *Human Capital and Growth: Theory and Evidence*, in "NBER" W.P. 3173, November.
- Sachs J.D. [1979], *Wages, Profit, and Macroeconomic Adjustment: A Comparative Study*, in "Brookings Papers on Economic Activity", [1979] (2), pp. 269-332.
- Solow R.M. [1956], *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, in "Quarterly Journal of Economics", 70, pp. 65-94.
- Summers R. e Heston A. [1988], *A New Set of International Comparisons of Real Product and Price Levels Estimates for 130 Countries, 1950-85*, in "Review of Income and Wealth", 34, pp. 1-26.
- Williams M.L. [1975], *The Extent and Significance of Nationalization of Foreign-Owned Assets in Developing Countries, 1956-1972*, in "Oxford Economic Papers", 27, pp. 260-273.

APPENDICE

Numero	Paese	Campione	PIL/Adulto		Crescita 1960-1985			
			E I O	1960 1985	PIL	Pop. Età Lav.	I/Y	SCUOLA
1	Algeria	1 1 0	2485	4371	4.8	2.6	24.1	4.5
2	Angola	1 0 0	1588	1171	0.8	2.1	5.8	1.8
3	Benin	1 0 0	1116	1071	2.2	2.4	10.8	1.8
4	Botswana	1 1 0	959	3671	8.6	3.2	28.3	2.9
5	Burkina Faso	1 0 0	529	857	2.9	0.9	12.7	0.4
6	Burundi	1 0 0	755	663	1.2	1.7	5.1	0.4
7	Cameroon	1 1 0	889	2190	5.7	2.1	12.8	3.4
8	Central Afr. Rep.	1 0 0	838	789	1.5	1.7	10.5	1.4
9	Chad	1 0 0	908	462	-0.9	1.9	6.9	0.4
10	Congo, Peop. Rep.	1 0 0	1009	2624	6.2	2.4	28.8	3.8
11	Egypt	1 0 0	907	2160	6.0	2.5	16.3	7.0
12	Ethiopia	1 1 0	533	608	2.8	2.3	5.4	1.1
13	Gabon	0 0 0	1307	5350	7.0	1.4	22.1	2.6
14	Gambia, The	0 0 0	799		3.6		18.1	1.5
15	Ghana	1 0 0	1009	727	1.0	2.3	9.1	4.7
16	Guinea	0 0 0	746	869	2.2	1.6	10.9	
17	Ivory Coast	1 1 0	1386	1704	5.1	4.3	12.4	2.3
18	Kenya	1 1 0	944	1329	4.8	3.4	17.4	2.4
19	Lesotho	0 0 0	431	1483	6.8	1.9	12.6	2.0
20	Liberia	1 0 0	863	944	3.3	3.0	21.5	2.5
21	Madagascar	1 1 0	1194	975	1.4	2.2	7.1	2.6
22	Malawi	1 1 0	455	823	4.8	2.4	13.2	0.6
23	Mali	1 1 0	737	710	2.1	2.2	7.3	1.0
24	Mauritania	1 0 0	777	1038	3.3	2.2	25.6	1.0
25	Mauritius	1 0 0	1973	2967	4.2	2.6	17.1	7.3
26	Morocco	1 1 0	1030	2348	5.8	2.5	8.3	3.6
27	Mozambique	1 0 0	1420	1035	1.4	2.7	6.1	0.7
28	Niger	1 0 0	539	841	4.4	2.6	10.3	0.5
29	Nigeria	1 1 0	1055	1186	2.8	2.4	12.0	2.3
30	Rwanda	1 0 0	460	696	4.5	2.8	7.9	0.4
31	Senegal	1 1 0	1392	1450	2.5	2.3	9.6	1.7
32	Sierra Leone	1 0 0	511	805	3.4	1.6	10.9	1.7
33	Somalia	1 0 0	901	657	1.8	3.1	13.8	1.1
34	S. Africa	1 1 0	4768	7064	3.9	2.3	21.6	3.0
35	Sudan	1 0 0	1254	1038	1.8	2.6	13.2	2.0
36	Swaziland	0 0 0	817		7.2		17.7	3.7
37	Tanzania	1 1 0	383	710	5.3	2.9	18.0	0.5
38	Togo	1 0 0	777	978	3.4	2.5	15.5	2.9
39	Tunisia	1 1 0	1623	3661	5.6	2.4	13.8	4.3
40	Uganda	1 0 0	601	667	3.5	3.1	4.1	1.1
41	Zaire	1 0 0	594	412	0.9	2.4	6.5	3.6
42	Zambia	1 1 0	1410	1217	2.1	2.7	31.7	2.4
43	Zimbabwe	1 1 0	1187	2107	5.1	2.8	21.1	4.4

APPENDICE (CONTINUA)

Numero	Paese	Campione	PIL/Adulto		Crescita 1960-1985			
			E I O	1960 1985	PIL	Pop. Età Lav.	I/Y	SCUOLA
44	Afghanistan	0 0 0	1224		1.6		6.9	0.9
45	Bahrain	0 0 0					30.0	12.1
46	Bangladesh	1 1 0	846	1221	4.0	2.6	6.8	3.2
47	Burma	1 1 0	517	1031	4.5	1.7	11.4	3.5
48	Hong Kong	1 1 0	3085	13,372	8.9	3.0	19.9	7.2
49	India	1 1 0	978	1339	3.6	2.4	16.8	5.1
50	Iran	0 0 0	3606	7400	6.3	3.4	18.4	6.5
51	Iraq	0 0 0	4916	5626	3.8	3.2	16.2	7.4
52	Israel	1 1 0	4802	10,450	5.9	2.8	28.5	9.5
53	Japan	1 1 1	3493	13,893	6.8	1.2	36.0	10.9
54	Jordan	1 1 0	2183	4312	5.4	2.7	17.6	10.8
55	Korea, Rep. of	1 1 0	1285	4775	7.9	2.7	22.3	10.2
56	Kuwait	0 0 0	77,881	25,635	2.4	6.8	9.5	9.6
57	Malaysia	1 1 0	2154	5788	7.1	3.2	23.2	7.3
58	Nepal	1 0 0	833	974	2.6	2.0	5.9	2.3
59	Oman	0 0 0		15,584		3.3	15.6	2.7
60	Pakistan	1 1 0	1077	2175	5.8	3.0	12.2	3.0
61	Philippines	1 1 0	1668	2430	4.5	3.0	14.9	10.6
62	Saudi Arabia	0 0 0	6731	11,057	6.1	4.1	12.8	3.1
63	Singapore	1 1 0	2793	14,678	9.2	2.6	32.2	9.0
64	Sri Lanka	1 1 0	1794	2482	3.7	2.4	14.8	8.3
65	Syrian Arab Rep.	1 1 0	2382	6042	6.7	3.0	15.9	8.8
66	Taiwan	0 0 0			8.0		20.7	
67	Thailand	1 1 0	1308	3220	6.7	3.1	18.0	4.4
68	U. Arab Emirates	0 0 0		18,513			26.5	
69	Yemen	0 0 0		1918		2.5	17.2	0.6
70	Austria	1 1 1	5939	13,327	3.6	0.4	23.4	8.0
71	Belgium	1 1 1	6789	14,290	3.5	0.5	23.4	9.3
72	Cyprus	0 0 0	2948		5.2		31.2	8.2
73	Denmark	1 1 1	8551	16,491	3.2	0.6	26.6	10.7
74	Finland	1 1 1	6527	13,779	3.7	0.7	36.9	11.5
75	France	1 1 1	7215	15,027	3.9	1.0	26.2	8.9
76	Germany, Fed. Rep.	1 1 1	7695	15,297	3.3	0.5	28.5	8.4
77	Greece	1 1 1	2257	6868	5.1	0.7	29.3	7.9
78	Iceland	0 0 0	8091		3.9		29.0	10.2
79	Ireland	1 1 1	4411	8675	3.8	1.1	25.9	11.4
80	Italy	1 1 1	4913	11,082	3.8	0.6	24.9	7.1
81	Luxembourg	0 0 0	9015		2.8		26.9	5.0
82	Malta	0 0 0	2293		6.0		30.9	7.1
83	Netherlands	1 1 1	7689	13,177	3.6	1.4	25.8	10.7
84	Norway	1 1 1	7938	19,723	4.3	0.7	29.1	10.0

APPENDICE (CONTINUA)

Numero	Paese	Campione	PIL/Adulto	Crescita 1960-1985	Pop. PIL	Eta Lav.	I/Y SCUOLA
85	Portugal	1 1 1	2272	5827	4.4	0.6	22.5
86	Spain	1 1 1	3766	9903	4.9	1.0	17.7
87	Sweden	1 1 1	7802	15,237	3.1	0.4	24.5
88	Switzerland	1 1 1	10,308	15,881	2.5	0.8	29.7
89	Turkey	1 1 1	2274	4444	5.2	2.5	20.2
90	United Kingdom	1 1 1	7634	13,331	2.5	0.3	18.4
91	Barbados	0 0 0	3165		4.8		19.5
92	Canada	1 1 1	10,286	17,935	4.2	2.0	23.3
93	Costa Rica	1 1 0	3360	4492	4.7	3.5	14.7
94	Dominican Rep.	1 1 0	1939	3308	5.1	2.9	17.1
95	El Salvador	1 1 0	2042	1997	3.3	3.3	8.0
96	Guatemala	1 1 0	2481	3034	3.9	3.1	8.8
97	Haiti	1 1 0	1096	1237	1.8	1.3	7.1
98	Honduras	1 1 0	1430	1822	4.0	3.1	13.8
99	Jamaica	1 1 0	2726	3080	2.1	1.6	20.6
100	Mexico	1 1 0	4229	7380	5.5	3.3	19.5
101	Nicaragua	1 1 0	3195	3978	4.1	3.3	14.5
102	Panama	1 1 0	2423	5021	5.9	3.0	26.1
103	Trinidad & Tobago	1 1 0	9253	11,285	2.7	1.9	20.4
104	United States	1 1 1	12,362	18,988	3.2	1.5	21.1
105	Argentina	1 1 0	4852	5533	2.1	1.5	25.3
106	Bolivia	1 1 0	1618	2055	3.3	2.4	13.3
107	Brazil	1 1 0	1842	5563	7.3	2.9	23.2
108	Chile	1 1 0	5189	5533	2.6	2.3	29.7
109	Colombia	1 1 0	2672	4405	5.0	3.0	18.0
110	Ecuador	1 1 0	2198	4504	5.7	2.8	24.4
111	Guyana	0 0 0	2761		1.1		32.4
112	Paraguay	1 1 0	1951	3914	5.5	2.7	11.7
113	Peru	1 1 0	3310	3775	3.5	2.9	12.0
114	Surinam	0 0 0	3226		4.5		19.4
115	Uruguay	1 1 0	5119	5495	0.9	0.6	11.8
116	Venezuela	1 1 0	10,367	6336	1.9	3.8	11.4
117	Australia	1 1 1	8440	13,409	3.8	2.0	31.5
118	Fiji	0 0 0	3634		4.2		20.6
119	Indonesia	1 1 0	879	2159	5.5	1.9	13.9
120	New Zealand	1 1 1	9523	12,308	2.7	1.7	22.5
121	Papua New Guinea	1 0 0	1781	2544	3.5	2.1	16.2

Nota. I tassi di crescita sono in percentuale annua. I/Y è investimento in percentuale del PIL, e SCUOLA è la percentuale di popolazione in età lavorativa in scuola secondaria, entrambi calcolati come medie sul periodo 1960-1985. E, I, e O indicano i campioni Esteso, Intermedio e OCSE, rispettivamente.