

Crescita e disuguaglianza nei redditi a livello mondiale

*Alberto BUCCI**

*Daniele CHECCHI***

Preparato per la 42a Riunione Scientifica Annuale della Società Italiana degli Economisti

Corrispondenza a:

Daniele Checchi

Facoltà di Scienze Politiche

Università degli Studi di Milano

via Conservatorio 7

20122 MILANO - Italy

tel. +39-02-503-21519(dir) 21501(secr) fax +39-02-503-21504

email daniele.checchi@unimi.it

* Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze Politiche e Université Catholique de Louvain, Departement des Sciences Economiques (Louvain-la-Neuve, Belgio).

** Università degli Studi di Milano, Facoltà di Scienze Politiche, via Conservatorio, 7 – 20122 Milano (autore di corrispondenza).

1. Introduzione

In un celebre articolo del 1990 David Landes si chiedeva: *“Why are we so rich and they so poor?”*.

La maggior parte degli studi empirici sulla crescita economica pubblicati a partire dagli anni '90, e dopo il pionieristico contributo di Barro (1991),¹ hanno interpretato questa domanda nel senso di individuare quei fattori in grado di spiegare le differenze tra paesi nei loro rispettivi tassi di crescita medi, calcolati su un orizzonte temporale sufficientemente lungo (e in genere prossimo ai 30 anni). In altri termini, la questione, dal riguardare le cause delle differenze nei livelli di reddito pro-capite tra nazioni (come nello spirito dell'articolo originario di Landes), ha riguardato l'individuazione delle determinanti la dispersione internazionale dei tassi di crescita di lungo periodo.

La motivazione portata da questo tipo di letteratura empirica era rappresentata dall'osservazione che in effetti i tassi di crescita medi annui variano notevolmente tra sistemi economici diversi e che tali variazioni tendono ad essere persistenti nel tempo. Se si osserva la tabella 1, che riporta i tassi medi di crescita annui della produzione nel periodo 1960-90 per macro aree del mondo, si nota che l'area dell'Asia orientale (caratterizzata dalla presenza delle cosiddette quattro *tigri asiatiche* – Corea del Sud, Hong Kong, Singapore, e Taiwan) sia cresciuta ad un tasso medio annuo vicino al 6%, mentre altre aree (l'Africa sub-sahariana e l'America latina) sono cresciute invece a tassi notevolmente più bassi, a causa della presenza di tassi di crescita al di sotto dello zero nell'arco del medesimo periodo (-2.3% per Niger e Benin, -1.8% per Chad e Madagascar, -0.8% per Uruguay). La principale conclusione a cui pervengono questi studi (*cross-country growth regressions*) è che le variabili che sembrano maggiormente influenzare le differenze internazionali nei tassi di crescita sono rappresentate dal livello iniziale di reddito pro-capite (*conditional convergence*), dal tasso di fertilità, dal rapporto tra spesa pubblica e PIL, da un qualche indice del grado di ordine pubblico/livello di democrazia di un paese e dal suo grado di apertura al commercio internazionale.²

¹ Gli anni '90 hanno segnato una vera e propria esplosione di lavori empirici sulla crescita. Senza ovviamente alcuna pretesa di esaustività, si vedano, tra gli altri, i lavori di Barro e Sala-i-Martin (1992, 1995), Knight *et al.* (1993), Barro e Lee (1994a), Islam (1995), Sachs e Warner (1995) e Caselli *et al.* (1996). Per una rassegna si veda Barro (1997).

² Si veda Barro (1997, cap.1) e Helliwell (1994).

Tavola 1 – Tassi di crescita della produzione per grandi aree
(in corsivo il numero di osservazioni)

macro aree mondiali	quinquennio di riferimento							
	60	65	70	75	80	85	90	95
OECD	.1584	.0404	.0365	.0278	.0237	.013	.0264	.0043
	23	23	23	23	23	24	23	23
N.Afric.M.O	.2495	.0414	.0359	.0418	.0407	.0105	-.031	.0458
	8	11	11	12	12	12	15	11
Afric.sb.sh	.0246	.0115	.023	.0134	.0063	-.012	.0504	.1014
	11	41	42	42	43	43	39	37
Asia sud	.1503	.0254	.0093	-.00001	.0377	.0224	.0284	.0349
	4	6	6	6	6	6	5	5
Asia est	.2018	.04	.0578	.0447	.0506	.0146	.0692	.0249
	6	11	11	11	11	13	13	11
Am.Latina	.078	.0249	.0276	.0224	.0247	-.0272	.0038	.0646
	21	24	24	24	24	24	24	24
Ec.pianifi.	--	.0449	.0623	.0583	.0287	.0148	.0017	-.0058
	--	1	1	4	4	4	4	8

Nonostante il vasto interesse suscitato da questo tipo di letteratura, essa, tuttavia, non riesce a dir nulla sulle determinanti del livello di reddito pro-capite di lungo periodo e, per esempio, non riesce a spiegare perché, pur crescendo all'incirca al medesimo tasso aggregato nel periodo 1960/1988, Stati Uniti, Honduras e Malawi continuano ad avere ampie differenze nei rispettivi livelli di reddito non spiegate da differenze nelle sole condizioni iniziali (Hall e Jones, 1997). Al riguardo, questi stessi due autori affermano (1997, p.174):

“...it is a fair conclusion that growth research has not provided workable explanations for the extreme diversity in output per worker across countries. If technology and capital can move across borders, the force of arbitrage will raise output per worker in poorer countries. An explanation of highly stable differences in output per worker must invoke highly persistent barriers to arbitrage”.

A differenza di Hall e Jones (1997), dove queste barriere attengono soprattutto alla qualità e al livello delle istituzioni (da loro denominate con il termine di *infrastructure*³), in questo lavoro ci concentriamo sulle differenze internazionali nel livello di capitale umano ed analizziamo sia sul piano teorico che empirico la capacità di questa variabile di spiegare le differenze internazionali nei livelli di reddito pro-capite di lungo periodo.

Prima di passare ad illustrare il modello che poi sottoporremo a stima empirica riteniamo utile richiamare alcuni fatti stilizzati sull'evoluzione della distribuzione dei redditi su scala mondiale. Secondo le stime di alcuni storici economici (e, in particolare, Bairoch, 1993) nel 1990 il rapporto tra il reddito

³ Più precisamente, secondo Hall e Jones: *“The infrastructure of an economy is the collection of laws, institutions, and government policies that make up the economic environment”* (1997, p.174).

pro-capite nel paese più ricco e quello nel paese più povero era pari a 45.⁴ Nel 1870, lo stesso rapporto era pari a 9 (Maddison, 1983), mentre anteriormente alla Prima Rivoluzione Industriale il reddito pro-capite in Europa Occidentale era soltanto del 30% superiore a quello di paesi come Cina ed India. Pertanto, usando le parole di Kuznetz (1965, p.20):

“...before the nineteenth century and perhaps not much before it, some presently underdeveloped countries, notably China and parts of India, were believed by Europeans to be more highly developed than Europe, and at that earlier time their per-capita incomes may have been higher than the then per-capita incomes of the presently developed countries”.

In altri termini, il primo fatto sulla *World Income Distribution* è che “...the current wide disparities – between rich and poor countries – are recent” (Kuznetz, 1966, p. 393).

Il secondo fatto è evidente dai dati proposti da Jones (1997a, p.22): i paesi con reddito per lavoratore nel 1960 superiore al 15% del reddito per lavoratore negli Stati Uniti hanno generalmente manifestato un incremento nel loro *reddito relativo* (definito come il rapporto tra il reddito per lavoratore nel paese *i-esimo* e il reddito per lavoratore negli Stati Uniti) nel 1988. Al contrario, molti paesi con redditi per lavoratore inferiori al 15% del reddito per lavoratore negli Stati Uniti nel 1960 hanno sperimentato una riduzione del loro reddito relativo nel 1988. Secondo Jones (1997a, p. 22), “...one way of interpreting these general movements is that there has been some convergence or “catch-up” at the top of the income distribution and some divergence at the bottom”. Questa è una caratteristica della distribuzione mondiale del reddito pro-capite peraltro già documentata nel recente passato da Abramovitz (1986) e Baumol (1986) che al riguardo coniano il termine di *club convergence*.⁵

L'ultimo fatto concernente la *World Income Distribution* che vogliamo sottolineare si riferisce alle forti differenze tra Paesi nei loro rispettivi redditi per lavoratore nonché all'elevata variabilità del reddito pro-capite di un paese nel tempo.⁶ Nel periodo 1960-1988, paesi come Hong Kong, Singapore, Sud Corea, Taiwan e Giappone hanno notevolmente migliorato il valore del loro reddito per lavoratore rispetto a quello degli Stati Uniti (ad esempio, in Giappone, Singapore e Hong Kong il reddito relativo è passato da 0,2 nel 1960 a circa 0,6 nel 1988). Al contempo, molti paesi dell'Africa Sub-Sahariana hanno registrato un evidente crollo dei loro rispettivi livelli di

⁴ Nel 1988, invece, il rapporto tra il reddito pro-capite nel paese più ricco (USA) e quello nel paese più povero (Myanmar) era pari a 35 (Jones, 1997a, p. 21).

⁵ Questa dinamica divergente sarebbe all'origine dell'aumentata disuguaglianza nella distribuzione personale dei redditi su scala mondiale, dove l'indice di Gini sarebbe passato da 62.8 nel 1988 a 66.0 nel 1993: “In a nutshell, a description of inequality changes that have occurred in the world between 1988 and 1993: the poorest five percent have lost almost ¼ of their real income, the top quintile has gained 12 percent” (cfr. Milanovic 1999).

⁶ I dati provengono sempre da Jones (1997a).

reddito relativo nello stesso periodo. In questo senso, un caso particolarmente negativo è quello del Venezuela: terzo paese più ricco al mondo nel 1960 (con un reddito pari all'84% del reddito USA), il Venezuela aveva un reddito per lavoratore pari al 55% di quello degli Stati Uniti nel 1988.

In questo nostro lavoro intendiamo studiare quei fattori responsabili di così evidenti differenze nei livelli di equilibrio del reddito pro-capite. A questo scopo, nella prima parte dell'articolo proponiamo un semplice modello teorico dove la crescita è indotta, in equilibrio, dalla decisione degli agenti privati di accumulare capitale umano. Nella seconda parte, invece, stimiamo empiricamente il modello proposto.

2. Il Modello

Si consideri un'economia nella quale viene prodotto un unico bene di consumo finale combinando capitale fisico ed umano attraverso una tecnologia del tipo *Cobb-Douglas*. Come nei modelli di Solow (1956) e Mankiw *et alii* (1992), assumiamo che l'investimento in capitale fisico venga finanziato destinando ad esso in ciascun istante t una frazione esogena e costante (pari ad s) dell'output totale disponibile al medesimo tempo t . Seguendo i due lavori sopra citati, assumiamo inoltre che vi sia piena occupazione e che la popolazione (L) cresca ad un tasso (anch'esso esogeno e costante) n . A differenza del modello di Solow (1956), tuttavia, nel nostro approccio introduciamo esplicitamente il capitale umano. In particolare, assumiamo che al tempo t ciascun membro della popolazione sia dotato di uno stock di capitale umano pari ad h_t . Ciò implica che lo stock complessivo di capitale umano nell'economia nel medesimo istante temporale sia pari a $h_t L_t$.

Diversamente da Mankiw *et alii* (1992), dove il capitale umano viene prodotto con la stessa tecnologia di produzione dell'output finale, qui assumiamo invece che una frazione (pari a u_t) del capitale umano complessivamente disponibile al tempo t venga utilizzata nella produzione dell'omogeneo bene di consumo finale, mentre la frazione $(1-u_t)$ di esso venga impiegata per accumulare e produrre nuovo capitale umano. In altri termini, la nostra ipotesi è che il settore dell'istruzione sia *skill-intensive*.

Da questo punto di vista, il modello che proponiamo differisce anche dall'approccio usato in D. Romer (2001, cap. 3, par. 3.8) e in Jones (1998, cap. 3; 1997b), dove si assume che l'unico input che entra nella funzione di produzione di capitale umano sia rappresentato dal numero di anni di istruzione che un individuo possiede. Al contrario, nel nostro modello incorporiamo esplicitamente la stessa funzione di produzione di *skills* usata da Lucas (1988) e in esso l'allocazione di capitale umano tra

produzione del bene finale ed accumulazione di nuovi *skills* è endogena e viene determinata usando una *no-arbitrage condition*. Di conseguenza, e collegata alla prima, un'altra importante differenza tra il modello che proponiamo nel seguito e gli approcci di D. Romer (2001, cap. 3) e Jones (1998, cap. 3, 1997b) sopra menzionati è che mentre in questi ultimi il progresso tecnologico è assunto essere esogeno, nel nostro modello esso risulta endogeno (nel senso che dipende dalla decisione degli agenti in merito all'ammontare di risorse da destinare al settore dell'istruzione), sebbene, come sarà chiaro più avanti, sia completamente insensibile a variazioni di *policy*.⁷

Alla luce di questa rapida descrizione delle caratteristiche principali dell'economia sotto analisi, le equazioni del modello sono le seguenti.

La produzione del bene di consumo finale avviene con la seguente tecnologia:

$$(1) \quad Y_t = K_t^\alpha (H_{Yt})^{1-\alpha}, \quad \alpha \in (0,1).$$

Nella (1), Y_t rappresenta la quantità dell'omogeneo bene di consumo finale complessivamente prodotta al tempo t , mentre K_t ed H_{Yt} rappresentano le quantità di fattori produttivi (rispettivamente capitale fisico ed umano) impiegate nel medesimo istante temporale per l'ottenimento dell'output totale. Nella relazione sopra riportata, α è un parametro tecnologico strettamente compreso tra zero ed uno ed è facilmente interpretabile come la quota del reddito nazionale che va a remunerare il capitale fisico, essendo la (1) una tecnologia a rendimenti di scala costanti e prevalendo, nel modello che stiamo considerando, condizioni di concorrenza perfetta in tutti i mercati. Poiché ciascun membro della popolazione (L_t) è dotato di uno stock di capitale umano pari a h_t che, a sua volta, può destinare alla produzione del bene di consumo finale (nella proporzione u_t) e di nuovo capitale umano (nella proporzione $1 - u_t$), la funzione di produzione aggregata può essere riscritta come:

$$(2) \quad Y_t = K_t^\alpha (u_t h_t L_t)^{1-\alpha}, \quad H_{Yt} \equiv u_t h_t L_t.$$

⁷ Blackburn *et alii* (2000) costruiscono un modello con accumulazione tanto di capitale umano che tecnologico nel quale, in equilibrio, le politiche del governo non manifestano alcun effetto persistente sul tasso di crescita aggregato. Nel loro articolo, gli autori citano varie fonti di evidenza empirica che suggeriscono in maniera convincente come nella realtà il tasso di crescita di lungo periodo sia effettivamente insensibile alle *government policies*. Un altro modello in cui il tasso di crescita di equilibrio è endogeno (nel senso che dipende dalle scelte di agenti ottimizzanti), ma al contempo insensibile alle politiche è notoriamente il modello di Jones (1995).

Come già menzionato, in questa economia la popolazione cresce ad un tasso n ($L_t = e^{nt}$, $L_0 \equiv 1$) che è esogeno e strettamente compreso tra zero e uno. Per quanto concerne, invece, il reddito pro-capite⁸ questo sarà definito in ciascun istante di tempo dalla seguente equazione:

$$(3) \quad y_t \equiv \frac{Y_t}{L_t} = k_t^\alpha (u_t h_t)^{1-\alpha}, \quad k_t \equiv \frac{K_t}{L_t}.$$

2.1 L'accumulazione di capitale fisico ed umano.

Le leggi di evoluzione di capitale fisico ed umano (entrambi espressi in termini pro-capite) sono rispettivamente date da:

$$(4) \quad \dot{k}_t = s y_t - n k_t, \quad 0 < s < 1, \quad 0 < n < 1$$

$$(5) \quad \dot{h}_t = (1 - u_t) h_t, \quad 0 < u_t < 1 \quad \forall t,$$

dove s rappresenta l'esogena propensione al risparmio e h la dotazione di capitale umano di ciascun individuo.

L'equazione (4) si ottiene considerando un sistema economico chiuso agli scambi con l'estero e nel quale in equilibrio il risparmio aggregato (sY_t) eguaglia l'investimento aggregato ($I_t \equiv \dot{K}_t$) in ogni t . Per semplicità assumiamo che il capitale fisico non sia soggetto a deprezzamento. $1 - u_t$, invece, rappresenta la frazione di capitale umano (endogena al modello che stiamo considerando) destinata alla formazione di nuovi *skills*.

2.2 L'equilibrio di lungo periodo

In questo paragrafo caratterizziamo il livello di reddito pro-capite che prevale nell'equilibrio di lungo periodo del modello appena proposto. Prima, però, partiamo con una definizione formale di *balanced growth path equilibrium* (BGPE), o *equilibrio (dinamico) di steady-state*:

⁸ Siccome assumiamo piena occupazione, il reddito pro-capite coincide con il reddito per lavoratore.

Definizione: *Balanced Growth Path Equilibrium (BGPE) o equilibrio (dinamico) di steady state*

Definiamo un equilibrio di crescita bilanciata (*balanced growth path equilibrium*), o di *steady-state dinamico*, come una situazione nella quale tutte le variabili di stato crescono a saggio costante positivo.

Nel modello proposto le variabili di stato sono il capitale fisico ed umano (entrambi misurati in termini pro-capite, k ed h rispettivamente). Applicando la definizione di *balanced growth path equilibrium* all'equazione (5) troviamo che nell'equilibrio di lungo periodo (*steady-state dinamico*) ciascun individuo allocherà una frazione costante del proprio stock di capitale umano alla produzione dell'omogeneo bene di consumo finale e alla produzione di nuovo capitale umano (u_{bp} è costante, trattandosi del valore di steady-state di u). Viceversa, combinando le equazioni (4) e (3) con la definizione di *balanced growth path equilibrium* otteniamo che nel lungo periodo deve essere vera la seguente relazione (per ragioni di semplificazione formale, d'ora in poi non riportiamo più il pedice t accanto alle variabili che dipendono dal tempo):

$$(6) \quad \left(\frac{\dot{k}}{k} \right)_{bp} = \frac{sk_{bp}^\alpha (u_{bp} h_{bp})^{1-\alpha}}{k_{bp}} - n = \text{costante} \quad \Rightarrow \quad s \cdot (u_{bp})^{1-\alpha} \left(\frac{h_{bp}}{k_{bp}} \right)^{1-\alpha} = \text{costante} + n$$

dove anche in questo caso abbiamo indicato con “ bp ” il valore di equilibrio della variabile in oggetto.

Con s e n esogenamente dati ed u_{bp} costante, dall'equazione (6) è possibile trarre due importanti conclusioni per quanto concerne l'equilibrio di lungo periodo:

$$(6a) \quad h \text{ e } k \text{ crescono in } steady\text{-state} \text{ allo stesso saggio costante}^9 \text{ rappresentato da: } g_{bp} = 1 - u_{bp};$$

$$(6b) \quad \frac{u_{bp} \cdot h_{bp}}{k_{bp}} = f(n, s, g_{bp}) = \left(\frac{g_{bp} + n}{s} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}.$$

Dall'equazione (3), e tenuto conto che in equilibrio $\left(\frac{\dot{h}}{h} \right)_{bp} = \left(\frac{\dot{k}}{k} \right)_{bp}$ e u_{bp} è costante, è agevole ricavare:

⁹ Il fatto che h e k crescano allo stesso saggio costante equivale ad affermare che il loro rapporto è anch'esso costante (in equilibrio capitale umano e fisico sono tra loro complementari). L'ipotesi di complementarità tra questi due fattori produttivi è oggi ampiamente usata dal punto di vista teorico ed accettata da quello empirico (si veda al riguardo J. Mincer, 1996 per una breve rassegna sull'argomento).

$$(7) \quad \left(\frac{\dot{y}}{y} \right)_{bp} = \left(\frac{\dot{k}}{k} \right)_{bp} = \left(\frac{\dot{h}}{h} \right)_{bp} = g_{bp} = 1 - u_{bp}.$$

L'equazione (7) suggerisce che lungo un sentiero di crescita bilanciata reddito, capitale fisico e capitale umano (tutti misurati in termini pro-capite) crescono allo stesso tasso costante (che è una funzione lineare di u).

A questo punto, per determinare il livello di equilibrio del reddito pro-capite, abbiamo prima di tutto bisogno di determinare il livello di equilibrio del capitale fisico pro-capite (k_{bp}). Per trovare quest'ultima grandezza, riconsideriamo l'equazione (6) di cui sopra (sapendo che il tasso di crescita di k è pari a g_{bp} in steady-state), ottenendo la seguente equazione per k_{bp} :

$$(8) \quad k_{bp} = \left(\frac{s}{g_{bp} + n} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} u_{bp} \cdot h_{bp}.$$

Dato k_{bp} , il livello di reddito pro-capite di equilibrio (y_{bp}), dall'equazione (3) sarà invece pari a:

$$(9) \quad y_{bp} = (k_{bp})^\alpha (u_{bp} \cdot h_{bp})^{1-\alpha} = \left(\frac{s}{g_{bp} + n} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} u_{bp} \cdot h_{bp}.$$

Nel modello abbiamo tre variabili endogene: 1) il rapporto di equilibrio tra le due variabili di stato $\left(\frac{h_{bp}}{k_{bp}} \right)$; 2) la frazione di capitale umano che ogni individuo destina ad attività produttive nel lungo periodo (u_{bp}), e infine 3) il tasso di crescita dell'economia in *steady-state* (g_{bp}). Per determinare u_{bp} , imponiamo la seguente *No-Arbitrage Condition (NAC)*:

$$\frac{\partial y}{\partial u} = \left| \frac{\partial \dot{h}}{\partial u} \right|. \quad (\text{NAC})$$

Per comprendere il significato intuitivo della (NAC), si ricordi che nel modello la variabile di scelta dell'agente rappresentativo è rappresentata da u (la frazione del proprio stock di capitale umano che egli decide di allocare ad attività produttive). Una volta determinato il valore di equilibrio di u (u_{bp}), sarà automaticamente determinata anche la frazione di capitale umano che in equilibrio verrà destinata all'accumulazione di *skills* ($1 - u_{bp}$), e dunque il tasso di crescita di *steady-state* del sistema economico (g_{bp}). Ciò che la (NAC) dice è semplicemente che il medesimo agente rappresentativo avrà

interesse a modificare u fino al punto in cui la variazione di output finale (pari a ∂y) che egli può ottenere da una variazione marginale di u (pari a ∂u) è precisamente uguale alla variazione (di segno opposto) nell'accumulazione di capitale umano ($\partial \dot{h}$) derivante dalla medesima variazione in u . Quando questa condizione viene soddisfatta (cioè in equilibrio), egli non avrà più alcun incentivo a variare ulteriormente u (e quindi u_{bp} sarà costante). Dal momento che u entra con segno positivo nella produzione dell'output finale e negativo in quella di capitale umano, ciò spiega perché nella *NAC* prendiamo il valore assoluto della quantità a destra del segno di uguale. In altri termini, la nostra *No-Arbitrage Condition* equivale ad imporre che in equilibrio l'ultima unità di tempo a disposizione dell'agente abbia (in valore assoluto) la stessa produttività a prescindere dal fatto che essa venga allocata alla produzione del bene finale ovvero all'accumulazione di *skills*. Dato ciò, dalle equazioni (3) e (5) e ricordando che la *NAC* è una condizione di equilibrio di lungo periodo (ovvero vale solo nello *steady-state*), si ottiene che deve essere soddisfatta la seguente equazione:

$$(10) \quad (1-\alpha) \left(\frac{k_{bp}}{u_{bp} \cdot h_{bp}} \right)^\alpha = 1.$$

Abbiamo ora tre incognite (h_{bp}/k_{bp} , u_{bp} e g_{bp}) in tre equazioni ((6b), (7) e (10)) che, risolte simultaneamente, danno:

$$(11) \quad u_{bp} = (1+n) - s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$$

$$(12) \quad g_{bp} = s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - n$$

$$(13) \quad \frac{h_{bp}}{k_{bp}} = (1-\alpha)^{\frac{1}{\alpha}} \cdot \frac{1}{u_{bp}} = \frac{(1-\alpha)^{\frac{1}{\alpha}}}{(1+n) - s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}}.$$

Dalle equazioni (11) e (12) è immediato notare che deve essere soddisfatta la seguente restrizione sui parametri:

$$(14) \quad (1+n) > s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} > n$$

affinché sia simultaneamente vero che $g_{bp} > 0$, $h_{bp}/k_{bp} > 0$ e $0 < u_{bp} < 1$.

Si noti, infine, che u , g e h/k risultano in equilibrio unicamente funzione dei parametri esogeni del modello (α , s ed n). In altri termini queste tre variabili, pur essendo *endogenamente* determinate, risultano completamente insensibili a variazioni di *policy*.¹⁰

In Appendice A, usando un diagramma di fase, studiamo la dinamica del modello e forniamo un'analisi grafica della definizione di *balanced growth path equilibrium* (o *equilibrio di steady-state*) finora utilizzata.

Nel prossimo paragrafo, invece, calcoliamo il segno della relazione che lega le tre endogene del modello con la propensione marginale al risparmio (s), il tasso di crescita della popolazione (n) e la quota del reddito che va al capitale (α).

2.3. *Analisi di statica comparata.*

Differenziando le equazioni dalla (11) alla (13) rispetto ad s ed n è possibile concludere che:

$$(11') \quad \frac{\partial u_{bp}}{\partial n} = 1 > 0; \quad \frac{\partial u_{bp}}{\partial s} = -(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} < 0;$$

$$(12') \quad \frac{\partial g_{bp}}{\partial n} = -1 < 0; \quad \frac{\partial g_{bp}}{\partial s} = (1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} > 0;$$

$$(13') \quad \frac{\partial(h_{bp}/k_{bp})}{\partial n} = -\frac{(1-\alpha)^{\frac{1}{\alpha}}}{\left[(1+n)-s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}\right]^2} < 0; \quad \frac{\partial(h_{bp}/k_{bp})}{\partial s} = \frac{(1-\alpha)^{\frac{2-\alpha}{\alpha}}}{\left[(1+n)-s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}\right]^2} > 0$$

Per quanto attiene invece alla relazione che lega rispettivamente u_{bp} , g_{bp} e h_{bp}/k_{bp} con α è possibile dimostrare che valgono i seguenti risultati:

$$(15) \quad \frac{\partial u_{bp}}{\partial \alpha} < 0;$$

$$(16) \quad \frac{\partial g_{bp}}{\partial \alpha} > 0;$$

$$(17) \quad \frac{\partial(h_{bp}/k_{bp})}{\partial \alpha} < 0.$$

¹⁰ Parafrasando Jones (1995), potremmo interpretare il presente modello come uno di crescita *semi-endogena*.

Una dimostrazione formale di questi ultimi tre risultati è contenuta nell'Appendice B. Nel prossimo paragrafo stimiamo l'equazione (9), che può anche essere riscritta come:

$$(9') \quad y_{bp} = \left(\frac{s}{g_{bp} + n} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1 - g_{bp}) h_{bp} = \frac{1}{1-\alpha} \left[(1+n) - s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \right] h_{bp}, \quad g_{bp} \equiv 1 - u_{bp}.$$

Ciò che questa relazione predice è che il livello di attività pro-capite di equilibrio (y_{bp}) dipende, oltre che da quelle variabili già messe in luce dalla teoria tradizionale della crescita con progresso tecnologico esogeno (e cioè il tasso di crescita della popolazione e il tasso di accumulazione di capitale fisico o saggio di risparmio), anche dal livello pro-capite del capitale umano a disposizione, nonché dal parametro distributivo α .¹¹ Inoltre, mentre il livello di capitale umano a disposizione di ciascun individuo nell'equilibrio di lungo periodo (h_{bp}) sembra giocare un ruolo univocamente positivo su y_{bp} , lo stesso non può dirsi per le altre variabili che entrano nell'equazione (9'), ovvero per s , n ed α .¹² Tuttavia si noti che, per dato $h_{bp} > 0$:

$$(18) \quad \frac{\partial y_{bp}}{\partial n} > 0;$$

$$(19) \quad \frac{\partial y_{bp}}{\partial s} < 0;$$

$$(20) \quad \frac{\partial y_{bp}}{\partial \alpha} > 0.$$

Il risultato riportato nell'equazione (20) è vero a patto che il tasso di crescita della popolazione sia sufficientemente grande, ovvero che valga la condizione:

¹¹ In Mankiw-Romer e Weil (1992) il livello del reddito pro-capite dipende, tra gli altri, dal saggio di accumulazione di capitale umano (la propensione ad investire in capitale umano, peraltro assunta esogena), ma non dal livello di capitale umano a disposizione di ciascun individuo. Dal punto di vista teorico questa è una importante differenza tra il presente lavoro e il contributo appena citato. Viceversa, anche in Romer (2001, cap.3, par. 3.8) e in Jones (1998, cap. 3; 1997b) il livello di equilibrio del prodotto pro-capite dipende, tra gli altri, dal livello di capitale umano e dal livello di equilibrio della tecnologia (assunta crescere ad un saggio esogeno), ma non dal tasso di accumulazione di capitale umano, che nel nostro modello abbiamo endogenizzato e abbiamo trovato essere funzione di s , n ed α .

¹² Infatti, differenziando totalmente y_{bp} rispetto a queste tre ultime variabili, è facile accertare che i segni di $d(y_{bp})/ds$, $d(y_{bp})/dn$ e $d(y_{bp})/d\alpha$ restano ambiguo, dipendendo, tra gli altri, anche dal segno rispettivamente di $d(h_{bp})/ds$, $d(h_{bp})/dn$ e $d(h_{bp})/d\alpha$, che non conosciamo a priori. Si ricordi, infatti, che nel modello quello che riusciamo a determinare endogenamente è il rapporto di equilibrio tra h e k e non singolarmente il valore assoluto degli stock di capitale umano (h) e fisico (k). Quest'ultima è una caratteristica peculiare di tutti i modelli di crescita con più di una variabile di stato.

$$(1+n) > s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left\{ 1 - \frac{(1-\alpha)[\log(1-\alpha) + \alpha]}{\alpha^2} \right\} > s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} > n.$$

(Una dimostrazione formale di quest'ultimo risultato è contenuta in Appendice B).

Tutti i risultati ottenuti in questa sezione di analisi di statica comparata hanno una chiara interpretazione economica. Se il saggio di risparmio (s) aumenta esogenamente (per esempio a causa dell'aumentata incertezza), gli agenti vorranno dedicare una frazione più piccola del capitale umano a propria disposizione ad attività produttive (u si riduce) ed aumentare il proprio investimento in istruzione ($(1-u)$ aumenta).¹³ Ciò, a sua volta, determinerà un incremento del tasso di crescita di equilibrio (g), una relativa maggiore abbondanza di capitale umano rispetto a capitale fisico (h/k aumenta) e una riduzione del livello pro-capite di attività (y), dal momento che vengono destinate meno risorse alla produzione del bene di consumo finale. Quest'ultimo risultato risulta chiaro anche guardando all'equazione (4): a parità di capitale fisico pro-capite (k) e di n , un aumento esogeno di s deve tradursi in equilibrio in una proporzionale riduzione di y per mantenere costante \dot{k} (e, quindi, \dot{k}/k).

Un incremento esogeno del tasso di crescita della popolazione (n) determina innanzitutto un incremento di L ($L = e^{nt}$, $L_0 \equiv 1$). Il desiderio, con una popolazione che cresce più rapidamente, di mantenere costante la dotazione di capitale fisico di ciascun individuo, indurrà gli agenti a destinare più risorse ad attività produttive (u aumenta) e meno risorse all'istruzione ($(1-u) = g$ si riduce).¹⁴ Il fatto che in questa circostanza il reddito pro-capite aumenti è ancora una volta visibile dall'equazione (4): a parità di capitale fisico pro-capite (k) e di saggio di risparmio (s), un aumento di n deve tradursi necessariamente in un proporzionale incremento di y per mantenere costanti \dot{k} e \dot{k}/k . Infine, poiché sempre meno risorse sono destinate all'istruzione, il rapporto h/k decresce all'aumentare di n .

Da ultimo, un incremento della quota del reddito nazionale che va al capitale fisico (α) in principio rende possibile dedicare meno risorse ad attività produttive (u si riduce) e più risorse all'investimento in capitale umano ($(1-u) = g$ aumenta). Tuttavia, poiché con un più alto α l'investimento in capitale umano è relativamente meno conveniente di quello in capitale fisico, il

¹³ Diversi recenti studi (ad esempio Ehrlich e Lui, 1991, 1997; Meltzer, 1992 e Kalemli-Ozcan *et al.*, 2000) sottolineano in effetti che all'aumentare dell'aspettativa di vita alla nascita (ovvero del saggio di risparmio) aumenta senza ambiguità l'incentivo ad investire in capitale umano per la semplice ed intuitiva ragione che con un orizzonte di vita più ampio aumenta il periodo di tempo entro il quale l'investimento in scolarizzazione può essere ripagato e può dare i suoi benefici. Per un semplice modello attorno all'interazione tra variabili demografiche, accumulazione di capitale umano e crescita aggregata si veda Bratti *et al.* (2001).

¹⁴ Alti tassi di crescita della popolazione sono spesso associati (specie nella realtà di molti paesi in via di sviluppo) ad elevati tassi di mortalità. Come Ram e Schultz (1979) hanno mostrato da tempo, un aumento del tasso di mortalità è associato ad una riduzione nell'incentivo ad investire in capitale umano.

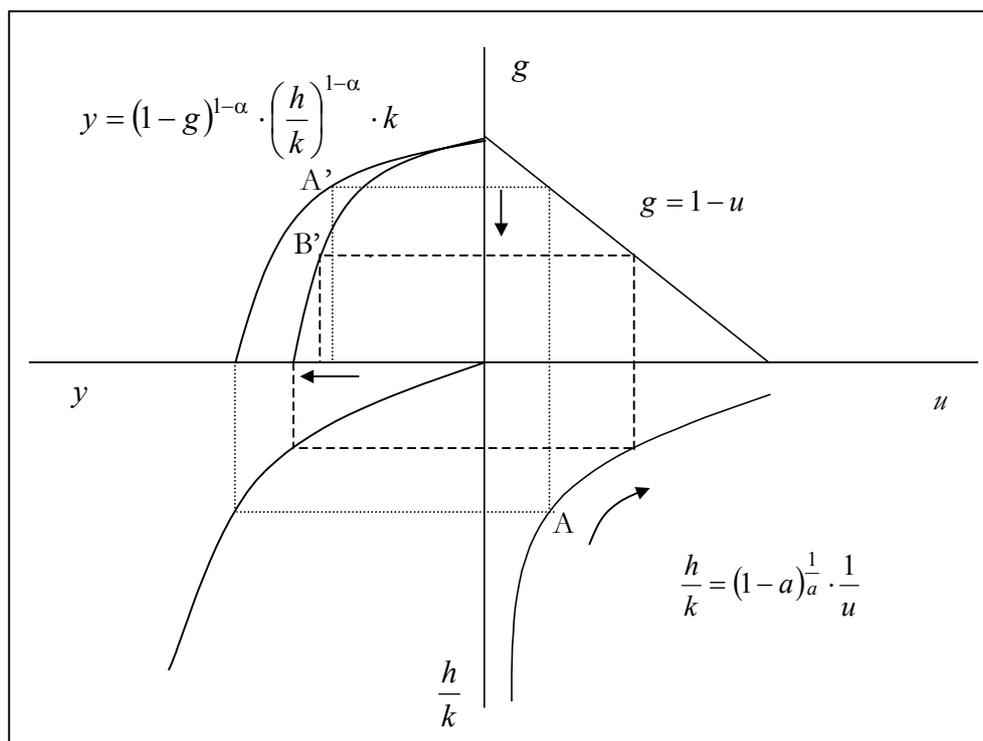
rapporto relativo tra h e k si riduce. Per dato h , abbiamo trovato che l'impatto di α su y è positivo a patto che n sia sufficientemente grande. Intuitivamente questo risultato si spiega col fatto che con una popolazione che cresce molto rapidamente e con s dato, il livello di attività pro-capite deve aumentare per assicurare a ciascuno la medesima dotazione di capitale fisico.

Una rappresentazione geometrica delle proprietà di questo modello lungo il sentiero di crescita bilanciata può essere offerta dalla Figura 1. Immaginiamo una riduzione esogena della propensione al risparmio (oppure un aumento del tasso di crescita della forza lavoro), che comporti il passaggio dal punto **A** al punto **B**. Secondo l'equazione (11'), questo comporterà un aumento di u (cioè un aumento della quota di tempo destinata alla produzione ed una contestuale riduzione dell'investimento in capitale umano) e contemporaneamente una riduzione del tasso di crescita dell'output g , come si evince dal quadrante nord-est del grafico. Nel quadrante nord-ovest dello stesso grafico riportiamo la relazione tra

i valori di equilibrio di y e g . Si noti che l'intercetta orizzontale è pari a $\left(\frac{h}{k}\right)^{1-\alpha} \cdot k$. L'incremento di u

determina pertanto sia una riduzione di $\frac{h}{k}$, sia una contemporanea riduzione dell'intercetta orizzontale della curva che lega y e g nel quadrante di nord-ovest (a parità di k). In effetti, a seguito di questi cambiamenti tale curva trasla verso il basso, mantenendo la medesima intercetta verticale. In conclusione, uno spostamento da **A** a **B** nel quadrante di sud-est implica uno spostamento da **A'** a **B'** nel quadrante di nord-ovest, con un aumento del livello di reddito pro-capite di equilibrio. Questa conclusione emerge sotto l'ipotesi del *ceteris paribus* su k (il cui valore di *steady-state* non è possibile determinare). In generale, gli effetti finali di variazioni in s , n o α sul livello di y lungo il sentiero di crescita bilanciata sono ambigui. Proprio per sciogliere questa ambiguità nel prossimo paragrafo ci rivolgiamo all'analisi empirica del modello presentato utilizzando un campione longitudinale (sbilanciato) di paesi.

Figura 1 – Analisi grafica del modello: l'effetto di una riduzione di s (o un aumento di n)



3. Analisi empirica

Per sottoporre a verifica empirica le predizioni del modello abbiamo preso in considerazione due data-sets, di cui il primo di tipo cross-sezionale ed il secondo di natura panel. Nel primo caso si tratta di dati molto recenti (riferiti al 1999) di fonte UNDP (*United Nations Development Programme*) che permettono di fornire una istantanea sulle determinanti dello sviluppo in un campione che si avvicina all'universo dei paesi presenti nel mondo.¹⁵ Nel secondo caso si tratta di una banca-dati costruita presso UNU-WIDER (*United Nations University – World Institute for Development Economics Research*), che raccoglie un panel (sbilanciato) relativo a 142 paesi, che si riducono ad 86 quando si considerino i casi simultaneamente non missing.¹⁶ Riferimenti alle fonti e statistiche descrittive sono riportati in appendice C. Poiché la variabile dipendente che intendiamo spiegare è il livello di output pro-capite, il modello del paragrafo precedente ci suggerisce di prendere in considerazione misure relative a:

- * saggio di risparmio (medio) del sistema economico
- * tasso di crescita della popolazione
- * quota dei redditi destinata al capitale

¹⁵ L'insieme dei paesi considerati raccoglie una popolazione al 1999 pari a 5.862 milioni di persone, e rappresenta quindi la quasi totalità della popolazione mondiale di cui si abbiano informazioni statistiche.

¹⁶ Si veda Checchi 2000 per un dettaglio sulle fonti specifiche delle diverse variabili.

* livello e variazione del capitale umano.

Condizionatamente al raggiungimento del sentiero di crescita bilanciata per le variabili relative al capitale umano (ovvero condizionando al livello di h_{bp}), i segni attesi sono quelli riportati nelle equazioni (18)-(20): impatto negativo del tasso di risparmio (s) ed effetto positivo di crescita della popolazione (n) e quota destinata ai profitti (α).

3.1. Analisi cross-sezionale sull'insieme dei paesi al 1999

Nel primo data-set non disponiamo di informazioni relative al tasso di risparmio né alla distribuzione funzionale dei redditi, e siamo quindi costretti a far uso di variabili proxy. Sotto condizioni sufficientemente generali, è possibile dimostrare l'esistenza di correlazione positiva tra tasso di risparmio e tasso di preferenza intertemporale, e quest'ultimo è strettamente dipendente dall'orizzonte temporale dell'individuo. Possiamo quindi utilizzare l'aspettativa di vita alla nascita (variabile LIEX75) come proxy del tasso ottimale di risparmio; per evitare problemi di causalità inversa misuriamo questa variabile 25 anni prima. Per quanto riguarda la quota dei profitti sul reddito disponiamo soltanto di informazioni relative alla distribuzione personale dei redditi, e per un sottoinsieme di paesi (variabile RICH10, che misura la quota di reddito posseduta dal decile più ricco della popolazione).

Per quanto riguarda infine il tasso di crescita della forza lavoro, possiamo utilizzare una misura strettamente correlata, data dal tasso di crescita della popolazione nei decenni precedenti (variabile GRPO99, riferita alla media annua nel periodo 1975-99). Come misure alternative possono essere utilizzati il tasso di fertilità (variabile FERT75, di nuovo misurata anticipatamente per evitare fenomeni di *reverse causality*) oppure la quota di popolazione giovane (variabile YOU99). Infine, per quanto riguarda il capitale umano, è possibile utilizzare i tassi di partecipazione scolastica (separatamente per ordine di scuola oppure prendendone una media composita, come nel caso della variabile ENROL) come proxy del tasso di variazione del capitale umano. Tuttavia si tratta di una misura di flusso e non di stock, come invece vorrebbe il modello teorico. Poiché non disponiamo in questa banca dati di una misura adeguata per lo stock (quale per esempio il numero medio di anni di istruzione nella popolazione), possiamo anche ricorrere a misure indirette, quali il tasso di alfabetizzazione della popolazione adulta (variabile LITERA), la quota di spesa pubblica in istruzione (variabile EDEX97) oppure la quota di spesa in istruzione sulla spesa pubblica (variabile EDSH97). Alcune di queste variabili sono riportate in figura 2, dove si osserva che i livelli del reddito pro-capite sembrano positivamente correlati con la partecipazione scolastica (restando del tutto incerto in che direzione corra la causalità) e con la speranza di vita. Incerta è invece la correlazione con la crescita della popolazione. Si noti infine che abbiamo

utilizzato come controllo dello stadio di sviluppo la quota di popolazione urbanizzata, che risulta correlata positivamente con il reddito procapite.

Tavola 2 – Effetti della crescita esogena della popolazione – 1999 – 162 paesi

Variabile dipendente: log PIL pro capite misurato in dollari PPP al 1999

Metodo di stima: WLS (pesi pari al log popolazione al 1999) – standard errors robusti alla eteroschedasticità

Modello a: tasso di crescita annuale della popolazione nel periodo 1975-99

Modello b: tasso di fertilità nel 1975

Modello c: quota di popolazione con meno di 15 anni nel 1999

Modello d: tasso di crescita annuale della popolazione nel periodo 1975-99

Modello e: tasso di fertilità nel 1975

Modello f: quota di popolazione con meno di 15 anni nel 1999

(t-statistics in parentesi)

Model :	a	b	c	d	e	f
# obs :	162	162	162	111	111	111
Depvar :	lgdp	lgdp	lgdp	lgdp	lgdp	lgdp
intcpt	4.160 (9.02)	5.531 (9.26)	6.870 (8.62)	5.288 (9.09)	6.109 (9.10)	7.629 (9.06)
rich10				-0.008 (-1.25)	-0.005 (-0.69)	0.003 (0.52)
liex75	0.038 (4.19)	0.022 (2.47)	0.011 (1.08)	0.024 (2.39)	0.016 (1.68)	0.003 (0.30)
enrol	0.018 (5.49)	0.017 (5.30)	0.016 (4.94)	0.022 (5.73)	0.021 (5.39)	0.017 (4.76)
urb75	0.015 (4.84)	0.016 (5.80)	0.016 (5.94)	0.013 (3.65)	0.012 (3.65)	0.013 (4.07)
grpo99	0.096 (1.81)			-0.037 (-0.49)		
fert75		-0.056 (-1.37)			-0.091 (-1.85)	
you99			-0.026 (-2.72)			-0.040 (-3.71)
R ²	0.782	0.78	0.789	0.824	0.830	0.843

Legenda variabili:

RICH10 = quota di reddito conseguita dal decile più ricco della popolazione - 1999

LIEX75 = aspettativa di vita alla nascita (anni) – 1975

ENROL = partecipazione scolastica combinando primaria, secondaria e terziaria – 1999

URB75 = quota di popolazione residente in aree urbane – 1975

GRPO99 = tasso di crescita annuo della popolazione – media 1975-99

FERT75 = tasso di fertilità (numero potenziale di figli per donna in età fertile) – 1975

YOU99 = quota di popolazione in età inferiore a 15 anni - 1999

Tavola 3 – Effetti dello stock di capitale umano misurato attraverso proxies

Variabile dipendente: log PIL pro capite misurato in dollari PPP al 1999

Metodo di stima: WLS (pesi pari al log popolazione al 1999) – standard errors robusti alla eteroschedasticità

Modello 1: tasso di partecipazione scolastica composito nel 1999

Modello 2: tasso di alfabetizzazione come proxy per lo stock di capitale umano

Modello 3: tasso di partecipazione scolastica composito nel 1999 – riduzione del campione per comparabilità

Modello 4: quota della spesa in istruzione sul PIL come proxy per lo stock di capitale umano

Modello 5: tasso di partecipazione scolastica composito nel 1999 – riduzione del campione per comparabilità

Modello 6: quota della spesa in istruzione sulla spesa pubblica come proxy per lo stock di capitale umano

(t-statistics in parentesi)

Model :	1	2	3	4	5	6
# obs :	160	160	142	142	130	130
Depvar :	lgdp	lgdp	lgdp	lgdp	lgdp	lgdp
intcpt	4.156 (9.04)	3.945 (8.47)	3.893 (7.41)	3.913 (7.32)	3.916 (6.56)	3.915 (6.51)
liex75	0.037 (4.09)	0.051 (4.69)	0.041 (4.02)	0.040 (3.75)	0.042 (3.68)	0.042 (3.66)
enrol	0.019 (5.52)	0.022 (5.82)	0.020 (5.45)	0.019 (5.14)	0.019 (4.62)	0.019 (4.60)
urb75	0.015 (4.81)	0.013 (4.26)	0.013 (3.69)	0.013 (3.76)	0.013 (3.36)	0.013 (3.34)
grpo99	0.102 (1.92)	0.114 (2.22)	0.115 (2.01)	0.111 (1.88)	0.108 (1.65)	0.108 (1.58)
litera		-0.010 (-2.36)				
edex97				0.018 (0.56)		
edsh97						0.000 (0.01)
R ²	0.781	0.788	0.775	0.776	0.751	0.751

Legenda variabili:

LIEX75 = aspettativa di vita alla nascita (anni) – 1975

ENROL = partecipazione scolastica combinando primaria, secondaria e terziaria – 1999

URB75 = quota di popolazione residente in aree urbane – 1975

GRPO99 = tasso di crescita annuo della popolazione – media 1975-99

LITERA = tassi di alfabetizzazione (*literacy rate*) nella popolazione don più di 15 anni – 1999

EDEX97 = spesa pubblica in istruzione come quota sul prodotto interno lordo – 1997

EDSH97 = spesa pubblica in istruzione come quota sulla spesa pubblica – 1997

Quando passiamo all'analisi multivariata, le regressioni riportate in tabella 2 mostrano come il modello teorico trovi una conferma solo parziale nell'analisi cross-sezionale dei dati. Nelle prime tre colonne di tabella 2 escludiamo le misure relative alla distribuzione personale dei redditi, perché queste non sono disponibili per l'intero campione, mentre tali misure vengono introdotte nelle successive tre colonne, riducendo il campione di quasi un terzo. La speranza di vita misurata 25 anni prima, che avrebbe dovuto esercitare un impatto negativo sul livello del reddito (ad una più elevata speranza di vita si associa un più basso tasso di sconto intertemporale ed un aumento del risparmio) mostra invece un impatto positivo e significativo, effetto che si allenta solo per effetto della multicollinearità con la quota di popolazione giovane. La quota di reddito della popolazione più ricca non esercita invece alcun impatto statisticamente rilevante, sia che si utilizzi il 10% o il 20% (non riportato) più ricco della popolazione. Il tasso di crescita della popolazione esercita invece un impatto positivo; tuttavia, se utilizziamo proxies alternative (quali il tasso di fertilità o la quota di popolazione in età inferiore ai 15 anni), l'impatto sul livello della produzione muta di segno.

Il capitale umano, misurato attraverso la partecipazione scolastica, si comporta secondo le aspettative del modello, esercitando un effetto positivo e molto significativo sul livello del reddito procapite. Se consideriamo invece l'impatto delle misure alternative dello stock di capitale (quali il tasso di alfabetizzazione o la spesa in istruzione), condizionatamente alla specificazione migliore riportata in prima colonna della tabella 2, osserviamo in tabella 3 che nessuna delle variabili aggiuntive introdotte è in grado di esercitare un effetto positivo addizionale, come invece ci si attendeva dalla teoria.¹⁷ Si noti inoltre che in tutte le specificazioni controlliamo indirettamente per il diverso contesto istituzionale introducendo la variabile relativa al tasso di urbanizzazione (anch'esso ritardato di 25 anni) della popolazione, che è positivamente correlata con il livello del reddito procapite.¹⁸

Nell'analisi simultanea, il modello teorico sembra quindi apertamente contraddetto solo nell'impatto relativo al tasso di risparmio, indirettamente misurato dalla speranza di vita alla nascita. Non possiamo invece pronunciarsi riguardo all'effetto delle quote distributive, risultando non significative le *proxies* utilizzate. Vale comunque la pena di richiamare che abbiamo costruito il modello teorico sotto ipotesi di esistenza di un solo agente rappresentativo, che risparmia una quota costante del proprio reddito corrente. Se invece considerassimo il caso di agenti differenziati sulla base delle dotazioni iniziali, otterremmo diverse propensioni al risparmio, e in questo caso una modificazione della distribuzione funzionale del reddito comporterebbe per definizione una variazione del tasso medio di risparmio. Se ricorriamo alla classica bipartizione tra capitalisti e lavoratori, dove i primi sono caratterizzati da una più elevata propensione al risparmio, allora un aumento della quota del reddito che

¹⁷ Queste, tuttavia, sono solo *proxy* imperfette dello stock di capitale umano.

¹⁸ Siccome le stime sono ottenute con i minimi quadrati ordinari pesati per la popolazione, a titolo di controllo abbiamo provato ad escludere i paesi più consistenti (Cina ed India), ma i risultati delle tabelle 2 e 3 restano inalterati.

va ai profitti si traduce automaticamente in un aumento della quota di reddito risparmiata in aggregato. In una economia chiusa, in cui in equilibrio vale la nota eguaglianza tra risparmio aggregato ed investimento aggregato, e in assenza di possibilità di investimento in *assets* alternativi al capitale fisico, α ed s tenderebbero ad essere positivamente correlati nei dati, e quindi diventerebbe difficile separare dal punto di vista empirico il contributo delle due variabili.¹⁹ Ma vi è una seconda ragione per cui potrebbe prodursi differenza tra le attese teoriche ed i risultati empirici: le predizioni sono state ottenute ipotizzando che il sistema economico si trovi lungo il sentiero di crescita bilanciato, ma questa ipotesi potrebbe non avere fondamento empirico. Osservare i dati relativi ad un anno specifico introduce molto “disturbo” nella misurazione delle grandezze economiche, registrando quindi correlazioni tra le variabili che si manifesterebbero al di fuori del sentiero bilanciato, e per le quali non saremmo quindi in grado di formulare aspettative teoriche. Per questo abbiamo preso in considerazione una seconda banca dati, la quale seppur meno recente (in quanto arriva solo al 1995), ha il vantaggio di considerare medie quinquennali (eliminando quindi la variabilità di breve periodo) e di osservare lo stesso paese per più di un periodo, permettendo quindi deviazioni temporanee dalla traiettoria di crescita bilanciata.

3.2. Analisi longitudinale sull'insieme dei paesi nel periodo 1960-95

Se passiamo quindi a considerare la seconda banca dati, abbiamo la possibilità di misurare con maggior precisione l'effetto congiunto di quote distributive e di propensione al risparmio, attraverso la quota degli investimenti sul prodotto interno lordo (variabile IY), sia di poter separare l'effetto flusso da quello di stock nel considerare il capitale umano (le variabili P, S e H riportano rispettivamente i tassi di partecipazione scolastica – flussi - nella scuola primaria, secondaria e terziaria, mentre le variabili HCP, HCS e HCH riportano le quote di popolazione con livelli di istruzione rispettivamente primaria, secondaria e terziaria - stock). Per quanto riguarda la pressione demografica, oltre al tasso di crescita della popolazione nel quinquennio (variabile GRP), possiamo utilizzare il tasso di nascita (variabile BIRT) ed il tasso di fertilità (variabile FERT), che ovviamente risultano fortemente correlate con la prima variabile (gli indici di correlazione eccedono 0.7 - si veda la matrice di correlazione in Tavola 7, Appendice C). Le principali correlazioni tra queste variabili sono riportate in figura 3, da cui si intuisce una correlazione positiva del livello del reddito pro-capite con le misure del capitale umano (sia in termini di flusso che di stock) e con l'investimento in capitale fisico, mentre più incerta sembra essere la relazione con la crescita della popolazione.

¹⁹ Questo non è tuttavia il caso dei nostri dati, in quanto la speranza di vita è negativamente correlata con la quota di reddito che va al decile superiore (correlazione pari a -0.45 - si veda la Tavola 6 in Appendice C). Tuttavia, stiamo impiegando la speranza di vita come approssimazione del saggio di risparmio.

In tabella 4 riportiamo i risultati principali delle stime ad effetti fissi, mentre in tabella 5 controlliamo la robustezza degli stessi riguardo alla presenza di autocorrelazione nei residui e di eteroschedasticità. Nelle prime tre colonne di tabella 4 utilizziamo misure disaggregate del capitale umano per ordini di scuola (primaria, secondaria e terziaria), mentre nelle successive tre colonne (ed in tabella 5) utilizziamo una misura sintetica dello stesso, data dal numero medio di anni di scuola nella popolazione.²⁰ In tutte le regressioni si nota facilmente come il livello del reddito dipenda positivamente dalla quota di investimenti nel reddito e dalle diverse misure del capitale umano utilizzate, mentre la crescita della popolazione esercita un effetto nullo o negativo. Dalle prime tre colonne di tabella 4 si evince che l'effetto del capitale umano sul livello dell'output dipenda sia dai flussi che dagli stock di istruzione acquisita, persino quando essi siano disaggregati per tipologia di scuola. È interessante anche notare che mentre per i flussi non esiste una graduatoria mantenuta, nel caso degli stock l'impatto è crescente col crescere dell'ordine di scuola.

L'impossibilità di distinguere tra un effetto del risparmio ed un effetto delle quote distributive non ci permette di affermare che le aspettative teoriche del modello escano interamente confermate dall'analisi empirica. Possiamo solo inferire che, nella misura in cui un aumento degli investimenti sia attribuibile ad un miglioramento della distribuzione dei redditi a favore dei profitti piuttosto che ad un aumento della propensione aggregata al risparmio, l'evidenza empirica non contraddice le aspettative del modello. Per contro, i dati segnalano invece un'altra incoerenza, relativa alla crescita della forza lavoro: nella misura in cui la crescita corrente della popolazione è correlata alla crescita della forza lavoro disponibile (e impiegata), un aumento del tasso di crescita esercita un effetto depressivo sul livello del reddito pro-capite. Questo risultato si mantiene anche qualora si utilizzino proxies alternative, quali tasso di nascita oppure tasso di fertilità.

²⁰ In questa seconda specificazione tuttavia i tassi di partecipazione scolastica risultano statisticamente non significativi, così come le quote di popolazione con istruzione primaria e terziaria. Per questo abbiamo preferito utilizzare una misura aggregata del capitale umano, pari al numero medio di anni di istruzione nella popolazione.

Tavola 4 – Effetti della crescita esogena della popolazione – 1960-95 – 86 paesi

Variabile dipendente: log PIL pro capite misurato in dollari PPP al 1985

Metodo di stima: OLS con effetti fissi paese

Modello a e d: tasso di crescita della popolazione

Modello b ed e: tasso di nascita

Modello c e f: tasso di fertilità

(t-statistics in parentesi)

Model :	a	b	c	d	e	f
# obs :	586	586	586	574	574	574
Depvar:	lgdp	lgdp	lgdp	lgdp	lgdp	lgdp
costante	6.408 (57.84)	7.263 (37.38)	6.871 (42.31)	6.711 (77.81)	7.722 (50.53)	7.396 (52.84)
<i>accumulazione di capitale fisico</i>						
iy	1.243 (8.12)	1.192 (7.97)	1.147 (7.48)	1.10 (6.40)	1.052 (6.41)	0.963 (5.68)
<i>misure di flusso del capitale umano</i>						
p	0.560 (5.48)	0.460 (4.53)	0.588 (5.82)			
s	0.452 (4.50)	0.327 (3.24)	0.371 (3.66)			
h	0.541 (3.20)	0.525 (3.19)	0.514 (3.08)			
<i>misure di stock del capitale umano</i>						
hcp	0.459 (3.28)	0.145 (0.97)	0.304 (2.10)			
hcs	1.323 (6.73)	0.903 (4.36)	1.132 (5.68)			
hch	1.682 (5.21)	1.049 (3.15)	1.296 (3.92)			
hc				0.226 (20.41)	0.146 (9.89)	0.183 (14.44)
<i>proxies della crescita della forza lavoro</i>						
grp	0.303 (0.16)			1.017 (0.48)		
birt		-0.014 (-5.08)			-0.020 (-6.91)	
fert			-0.066 (-3.58)			-0.097 (-5.14)
R ²	0.616	0.635	0.626	0.525	0.568	0.55

Legenda variabili:

- LGDP = log PIL pro capite misurato in dollari PPP al 1985
- IY = investimenti fissi lordi in rapporto al PIL – valuta nazionale
- P = tasso di partecipazione lordo scuola primaria
- S = tasso di partecipazione lordo scuola secondaria
- H = tasso di partecipazione lordo scuola terziaria
- HCP = quota di popolazione con almeno una quota di istruzione primaria
- HCS = quota di popolazione con almeno una quota di istruzione secondaria
- HCH = quota di popolazione con almeno una quota di istruzione terziaria
- HC = numero medio di anni di scuola nella popolazione
- GRP = tasso di crescita della popolazione – media quinquennale
- BIRT = nascite ogni 1000 abitanti
- FERT = tasso di fertilità (numero potenziale di figli per donna in età fertile)

Tavola 5 – Effetti della crescita esogena della popolazione – 1960-95 – 81 paesi

Variabile dipendente: log PIL pro capite misurato in dollari PPP al 1985

Metodo di stima: GLS con effetti fissi paese - AR(1) ed eteroschedasticità negli errori

Modello 1: tasso di crescita della popolazione

Modello 2: tasso di nascita

Modello 3: tasso di fertilità

(t-statistics in parentesi)

Model :	7	8	9
# obs :	500	500	500
Depvar :	lgdp	lgdp	lgdp
costante	0.849 (7.47)	1.342 (8.51)	1.096 (6.90)
lgdp ₋₁	0.886 (55.33)	0.851 (49.48)	0.866 (48.95)
iy	0.568 (5.43)	0.505 (4.99)	0.514 (4.84)
hc	0.025 (4.16)	0.014 (2.37)	0.022 (3.44)
grp	-3.649 (-3.69)		
birt		-0.008 (-5.58)	
fert			-0.031 (-3.41)
Loglik	177.6	185.3	176.6
AR(1)	0.14	0.10	0.14

Legenda variabili:

LGDP = log PIL pro capite misurato in dollari PPP al 1985

IY = investimenti fissi lordi in rapporto al PIL – valuta nazionale

HC = numero medio di anni di scuola nella popolazione

GRP = tasso di crescita della popolazione – media quinquennale

BIRT = nascite ogni 1000 abitanti

FERT = tasso di fertilità (numero potenziale di figli per donna in età fertile)

In conclusione, possiamo affermare che il modello teorico emerge generalmente confermato dall'analisi empirica. L'effetto più persistente è esercitato dalle diverse misure del capitale umano, sia esso misurato attraverso i flussi (tassi di partecipazione scolastica) o attraverso gli stocks (anni medi di istruzione nella popolazione). Variazioni nella distribuzione funzionale dei redditi trovano corrispondenza con le previsioni teoriche, solo nella misura in cui sono associate ad un aumento degli investimenti. Non trovano invece riscontro le previsioni relative alla propensione al risparmio e al tasso di crescita della forza lavoro. Questo può essere attribuito o all'impiego di proxies non adeguate o all'irrealismo degli assunti teorici del modello. Nel caso della propensione al risparmio, abbiamo già fatto cenno al fatto che l'ipotesi dell'agente rappresentativo può risultare incongruente con l'analisi degli effetti di variazioni della distribuzione funzionale del reddito. Nel caso del tasso di crescita della forza lavoro, l'ipotesi di piena occupazione nel settore manifatturiero appare come quella più contraddetta nei dati, dove quasi il 50% della forza lavoro mondiale risulta ancora impiegata in agricoltura. Tuttavia, poiché il nostro scopo è quello di analizzare i fattori di convergenza/divergenza nei redditi pro-capite dei diversi paesi, e tenuto conto del fatto che le stime empiriche dimostrano buona capacità di replicare il processo generatore dei dati, faremo uso del modello stimato in tabella 4 per analizzare il processo di convergenza.

In figura 4 abbiamo riportato la dispersione delle variabili principali, misurata attraverso il coefficiente di variazione, ponderato con la popolazione residente nei paesi. Nel primo quadrante si nota come la dispersione nei livelli dei redditi pro-capite sia rimasta sostanzialmente inalterata nell'arco del quarantennio in considerazione. Per contro invece le predizioni ottenute dalle stime del nostro modello²¹ indicherebbero una aumentata disuguaglianza fino alla fine degli anni '70 e un progressivo rientro sul finire del secolo. Andando ad osservare le determinanti di questi andamenti negli altri tre quadranti, si nota come l'acquisizione di istruzione abbia sicuramente contribuito alla convergenza, mentre la crescita della popolazione sia risultata poco incisiva in entrambe le direzioni.²² La dinamica della disuguaglianza tra paesi sarebbe quindi imputabile principalmente all'andamento dell'accumulazione in capitale fisico, che bilancerebbe il contributo equalizzatore indotto dalla dinamica del capitale umano.

Possiamo infine domandarci se il fenomeno della persistenza nella disuguaglianza tra paesi non mascheri una convergenza a livello regionale. In figura 5 abbiamo riportato i coefficienti di variazione del reddito pro-capite e delle sue tre determinanti principali (capitale umano, accumulazione di capitale fisico e crescita della popolazione). Da essa si nota che ad esclusione dell'area dell'estremo oriente, in

²¹ Per il grafico riportato in figura 4 abbiamo utilizzato il modello riportato in quarta colonna di tabella 4, ma i risultati sono sostanzialmente simili usando le altre stime.

²² L'elevato valore del coefficiente di variazione nei tassi di crescita della popolazione nel 1960 quando si usino tutte le osservazioni disponibili è dovuto alla Cina, che registra una diminuzione media della popolazione nel quinquennio 1960-65.

tutte le altre aree si profila una riduzione della dispersione nei redditi pro-capite a livello regionale, a cui sembra aver contribuito in modo rilevante l'acquisizione di istruzione (principalmente nel caso del Nord Africa e Medio Oriente e dell'Asia del Sud, dove i diversi paesi hanno investito significativamente nell'acquisizione di istruzione), mentre accumulazione di capitale umano e crescita della popolazione mostrano andamenti più divergenti.

Da ultimo, abbiamo cercato di misurare il contributo di ciascuna regione mondiale alla disuguaglianza aggregata nella distribuzione del prodotto pro-capite. Per questo abbiamo utilizzato un indicatore di disuguaglianza caratterizzato dalla proprietà di decomponibilità, in modo tale che la disuguaglianza complessiva risulti come somma degli indici di disuguaglianza regionali: in figura 6 riportiamo l'indice entropico di Theil, sia a livello regionale che a livello mondiale. In esso troviamo conferma del fatto che i paesi del nord Africa e dell'estremo oriente sono alla radice della mancata convergenza negli anni '60 e '70, mentre i paesi delle altre aree territoriali mantengono un contributo costante alla disuguaglianza complessiva.

4. Conclusioni

In questo lavoro abbiamo presentato un modello di crescita dove il livello dell'output viene determinato grazie alla scelta di allocazione del tempo tra accumulazione di capitale umano ed attività direttamente produttiva. In questo modo il livello dell'output lungo il sentiero di crescita bilanciata dipende dal livello di capitale umano accumulato, oltre che dai parametri relativi ai *fundamentals*: crescita esogena della forza lavoro, quota di reddito dedicata al risparmio e quote distributive dipendenti dalla tecnologia. Successivamente questo modello è stato stimato in due data-sets, uno molto recente di tipo cross-sezionale ed uno longitudinale sull'arco di un quarantennio. Entrambe le verifiche confermano il ruolo positivo esercitato dal capitale umano nella determinazione del livello dell'output pro-capite, mentre più discutibile è il ruolo esercitato dalla crescita della forza lavoro, approssimata con il tasso di crescita della popolazione (per via della nostra assunzione di piena occupazione). Trova infine conferma il ruolo positivo esercitato dalle quote distributive, nella misura in cui è possibile approssimarlo con la variazione degli investimenti in capitale fisico. Il modello stimato viene poi utilizzato per analizzare le condizioni per l'eventuale convergenza tra paesi (nel senso della σ -convergence), fenomeno che non sembra manifestarsi in modo pronunciato nell'arco di tempo considerato (1960-95). Da questa analisi emerge che i divari di accumulazione del capitale umano tra paesi si sono sicuramente ridotti, ma ha operato in direzione opposta l'accumulazione del capitale fisico. Tra le aree regionali che hanno sicuramente contribuito alla mancata convergenza emergono l'Africa settentrionale (incluso il Medio Oriente) e l'Asia orientale: la prima, con il 4.5% della popolazione mondiale raggiungeva nel 1995 il

4.2% della produzione mondiale, mentre la seconda con il 10.4% della popolazione conseguiva il 16.1% della produzione.²³ La disuguaglianza su scala mondiale sembra quindi risentire principalmente della dinamica dei paesi collocati nella fascia centrale della distribuzione dei redditi pro-capite, piuttosto che di quanto avviene agli estremi della stessa. Quando si vada a decomporre la disuguaglianza in due componenti, una relativa all'interno delle aree regionali (*within-group inequality*) e una relativa alla disuguaglianza tra aree regionali (*between-group inequality*, corrispondente alla disuguaglianza che si misurerebbe se tutti i paesi di un'area avessero un reddito pro-capite identico e pari al reddito medio dell'area), si osserva che la disuguaglianza interna alle aree è rimasta pressoché costante, mentre quella tra aree presenta il ciclo a cui si è fatto riferimento (vedi figura 7). Tenuto conto della generale tendenza alla convergenza dei livelli di acquisizione scolastica, sembra quindi di potersi affermare che la dinamica degli investimenti, ivi inclusi quelli provenienti da paesi terzi, rappresenta la forza trainante per l'eventuale convergenza o divergenza tra i livelli di benessere tra i diversi paesi.

²³ Nel 1960 il Nord Africa aveva una quota di popolazione equivalente (4.5%) ed una quota molto inferiore di produzione (2.6%), mentre l'Asia orientale aveva una quota di popolazione superiore (15.1%) con una quota di reddito nettamente inferiore (8.4%).

Riferimenti Bibliografici

- Abramovitz, M. (1986), "Catching Up, Forging Ahead and Falling Behind", *Journal of Economic History*, 46, pp.385-406.
- Bairoch, P. (1993), *Economics and World History: Myths and Paradoxes*, Chicago University Press, Chicago.
- Barro, R.J. (1991), "Economic Growth in a Cross Section of Countries", *Quarterly Journal of Economics*, 106(2), pp. 407-433.
- Barro, R.J. (1997), "Determinants of Economic Growth: A Cross-Country Empirical Study", *The MIT Press*.
- Barro, R., e J.W.Lee (1993), "International comparisons of educational attainment", *Journal of Monetary Economics*, 32 (3), pp. 363-94.
- Barro, R.J. e J.-W. Lee (1994a), "Sources of Economic Growth", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, June, pp. 1-46.
- Barro, R., e J.W.Lee (1994b), "Data set for a panel of 138 countries", *Washington, The World Bank*.
- Barro, R.J. e X. Sala-i-Martin (1992), "Convergence", *Journal of Political Economy*, 100(2), pp. 223-251.
- Barro, R.J. e X. Sala-i-Martin (1995), "Technological Diffusion, Convergence, and Growth", *NBER Working Paper No. 5151*.
- Baumol, W.J. (1986), "Productivity Growth, Convergence and Welfare: What the Long-Run Data Show", *American Economic Review*, 76, pp. 1072-1085.
- Blackburn K., Hung V.T.Y. e A.F. Pozzolo, "Research, Development and Human Capital Accumulation", *Journal of Macroeconomics*, Spring 2000, 22(2), pp.189-206.
- Bratti, M., Bucci, A. e E. Moretti (2001), "Dinamica demografica e crescita economica: il ruolo del capitale umano nei PVS, con particolare enfasi al bacino mediterraneo", in *Componenti demografiche ed Economiche nell'Integrazione Euro-Mediterranea (a cura di M.C. Pellicani)*, Cacucci Editore, pp. 83-120.
- Caselli, F., Esquivel, G. e F. Lefort (1996), "Reopening the Convergence Debate: A New Look at Cross-Country Growth Empirics", *Journal of Economic Growth*, 1(3), pp. 363-389.
- Checchi, D. (2000), "Does educational achievement help to explain income inequality?", *Working Paper # 208 Wider-United Nations University*, November.
- Ehrlich, I. e F. Lui (1991), "Intergenerational trade, longevity and economic growth", *Journal of Political Economy*, 99, pp. 1029-1059.
- Ehrlich, I. e F. Lui (1997), "The problem of population and growth: a review of the literature from Malthus to contemporary models of endogenous population and endogenous growth", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21(1), pp. 205-242.
- Hall, R.E. e C.I. Jones (1997), "Levels of Economic Activity Across Countries", *American Economic Review (Papers and Proceedings)*, 87(2), pp. 173-177.
- Helliwell, J.F. (1994), "Empirical Linkages between Democracy and Economic Growth", *British Journal of Political Science*, 24, pp. 225-248.
- Islam, N. (1995), "Growth Empirics: A Panel Data Approach", *Quarterly Journal of Economics*, 110(4), pp. 1127-1170.
- Jones, C.I. (1995), "R&D-Based Models of Economic Growth", *Journal of Political Economy*, 103, pp. 759-784.
- Jones, C.I. (1997a), "On the evolution of the World Income Distribution", *Journal of Economic Perspectives*, 11(3), pp. 19-36.
- Jones, C.I. (1997b), "Convergence Revisited", *Journal of Economic Growth*, 2, pp. 131-153.
- Jones, C.I. (1998), *Introduction to Economic Growth*, Norton.
- Kalemli-Ozcan, S., Ryder, H.E. e D.N. Weil (2000), "Mortality decline, human capital investment, and economic growth", *Journal of Development Economics*, 62, pp. 1-23.
- Knight, M., Loayza, N. e D. Villanueva (1993), "Testing the Neoclassical Theory of Economic Growth", *IMF Staff Papers*, 40(3), pp. 512-541.
- Kuznets, S. (1965), *Economic Growth and Structure, Selected Essays*, London, Heinemann.

- Kuznets, S. (1966), *Modern Economic Growth, Rate Structure and Spread*, New Haven, Yale University Press.
- Landes, D. (1990), “Why are We so Rich and They so Poor?”, *American Economic Review (Papers and Proceedings)*, 80(2), pp. 1-13.
- Lucas, R.E. (1988), “On the Mechanics of Economic Development”, *Journal of Monetary Economics*, 22(1), pp.3-42.
- Maddison, A. (1983), “A Comparison of Levels of GDP per capita in Developed and Developing Countries, 1700-1980”, *Journal of Economic History*, XLIII, n.1.
- Mankiw, N.G., Romer, D. e D.N. Weil (1992), “A contribution to the empirics of economic growth”, *Quarterly Journal of Economics*, 107(2), pp. 407-437.
- Milanovic, B. 1999. True world income distribution, 1988 and 1993. World Bank Policy Research Working Paper n.2244.
- Meltzer, D. (1992), “Mortality decline, the demographic transition and economic growth”, *Ph.D. dissertation, University of Chicago*.
- Mincer, J. (1996), “Economic Development, Growth of Human Capital and the Dynamics of the Wage Structure”, *Journal of Economic Growth*, 1(1), pp. 29-48.
- Ram, R. e T. Schultz (1979), “Life Span, Health, Savings and Productivity”, *Economic Development and Cultural Change*, 13, pp. 399-421.
- Romer, D. (2001), *Advanced Macroeconomics*, 2nd Edition, McGraw-Hill.
- Sachs, J.D. e A.M. Warner (1995), “Natural Resource Abundance and Economic Growth”, *unpublished manuscript, Harvard Institute for International Development, December*.
- Solow, R. (1956), “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, 70(1), pp. 65-94.
- Summers, R. e A. Heston (1991), “The Penn World table (Mark 5): an expanded set of international comparisons, 1950-1988”, *Quarterly Journal of Economics*, 56(2), pp. 327-368.

Appendice A – Individuazione del sentiero di *balanced growth*

In questa Appendice studiamo qualitativamente, attraverso l'analisi di un diagramma di fase, la dinamica del modello teorico presentato e diamo un'interpretazione grafica del *balanced growth path equilibrium* (BGPE). Il sistema di equazioni dinamiche è il seguente:

$$(4) \dot{k}_t = sy_t - nk_t = sk_t^\alpha (u_t h_t)^{1-\alpha} - nk_t$$

$$(5) \dot{h}_t = (1 - u_t)h_t$$

In uno stato stazionario deve essere vero:

$$(4') \dot{k}_t = 0 \quad \Rightarrow \quad h_t = \left[\left(\frac{n}{s} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \cdot \frac{1}{u_t} \right] k_t, \quad 0 < u_t < 1 \quad \forall t;$$

$$(5') \dot{h}_t = 0 \quad \Rightarrow \quad h_t = 0, \quad 0 < u_t < 1 \quad \forall t.$$

Si noti, inoltre, che:

$$\frac{\partial \dot{k}_t}{\partial h_t} = s(1-\alpha) \left(\frac{k_t}{u_t h_t} \right)^\alpha u_t > 0;$$

$$\frac{\partial \dot{h}_t}{\partial h_t} = (1 - u_t) > 0.$$

Tutte queste informazioni possono essere raccolte nel seguente diagramma nel quale sono riportati il livello del capitale umano pro-capite (h_t) sull'asse verticale e quello del capitale fisico pro-capite (k_t) sull'asse orizzontale:

Lo stato stazionario del modello (l'intersezione tra i luoghi dei punti nei quali $\dot{h}_t = 0$ e $\dot{k}_t = 0$) è rappresentato dall'origine degli assi 0. In questo punto non vi è crescita delle due variabili (il capitale umano e il capitale fisico pro-capite). Inoltre, come risulta chiaro dall'andamento delle frecce riportate in Figura A.1, il sistema dinamico manifesta *saddle-path stability*. Infatti, se ci si trovasse nello stato stazionario, lì ci si fermerebbe; se si partisse da un qualsiasi punto che si trovi lungo l'asse orizzontale (il luogo $\dot{h}_t = 0$), a destra o a sinistra dell'origine 0, si tornerebbe comunque verso lo stato stazionario; invece se si partisse da un qualsiasi altro punto (non situato sull'asse orizzontale), allora la dinamica porterebbe il sistema ad allontanarsi sempre di più dallo stato stazionario. Pertanto, l'asse orizzontale del diagramma di fase (il luogo dei punti per i quali $\dot{h}_t = 0$ rappresenta lo *stable-arm* o *saddle-path* del sistema dinamico).

L'asse orizzontale, quello verticale e il luogo $\dot{k}_t = 0$ dividono il piano del diagramma di fase in sei distinte regioni. È immediato verificare che:

- nella **prima regione** (delimitata dal semi-asse orizzontale positivo e dal ramo superiore del luogo $\dot{k}_t = 0$), $\frac{\dot{h}}{h} > 0$ e $\frac{\dot{k}}{k} < 0$;

- nella **seconda regione** (delimitata dal semi-asse verticale positivo e dal ramo superiore del luogo $\dot{k}_t = 0$), $\frac{\dot{h}}{h} > 0$ e $\frac{\dot{k}}{k} > 0$;
- nella **terza regione** (delimitata dal semi-asse verticale positivo e dal semi-asse orizzontale negativo), $\frac{\dot{h}}{h} > 0$ e $\frac{\dot{k}}{k} < 0$;
- nella **quarta regione** (delimitata dal semi-asse orizzontale negativo e dal ramo inferiore del luogo $\dot{k}_t = 0$), $\frac{\dot{h}}{h} > 0$ e $\frac{\dot{k}}{k} < 0$;
- nella **quinta regione** (delimitata dal semi-asse verticale negativo e dal ramo inferiore del luogo $\dot{k}_t = 0$), $\frac{\dot{h}}{h} > 0$ e $\frac{\dot{k}}{k} > 0$;
- e infine, nella **sesta regione** (delimitata dal semi-asse orizzontale positivo e dal semi-asse verticale negativo), $\frac{\dot{h}}{h} > 0$ e $\frac{\dot{k}}{k} < 0$.

Nel testo abbiamo definito sentiero di crescita bilanciata una situazione nella quale h e k crescono a saggio costante positivo e abbiamo trovato che lungo un tal sentiero $\frac{\dot{h}}{h} = \frac{\dot{k}}{k} = 1 - u$, dove u è una costante endogenamente determinata e strettamente compresa tra zero e uno. Ricercare un simile sentiero equivale ad individuare l'espressione di una retta del tipo:

$$h_t = \beta \cdot k_t, \quad \beta \equiv \frac{\dot{h}_t}{k_t} \text{ costante per ogni } t, \beta > 0.$$

Lungo una simile retta, infatti, si verifica che $\frac{\dot{h}}{h} = \frac{\dot{k}}{k}$ e h e k tendono a $\pm \infty$ quando $t \rightarrow \infty$.

Una generica retta di questo tipo è stata inserita (con linea tratteggiata) nel diagramma di fase di Figura A.1. Si noti che tale retta deve necessariamente passare per le regioni II e V del diagramma di fase in quanto solo in queste due regioni i tassi di crescita di h e k sono simultaneamente positivi. Infine, poiché nella regione V i possibili valori che h e k possono assumere sono assolutamente implausibili (essendo negativi!), in termini grafici il **balanced growth path equilibrium (BGPE)** coincide con il luogo dei punti $h = \beta \cdot k$ contenuto nella seconda regione del piano del diagramma di fase.

Nel modello teorico abbiamo determinato univocamente la pendenza di questa retta (il coefficiente costante β) e più in particolare abbiamo trovato che in equilibrio:²⁴

$$\beta \equiv \frac{h}{k} = (1 - \alpha)^{\frac{1}{\alpha}} \cdot \frac{1}{u} > 0.$$

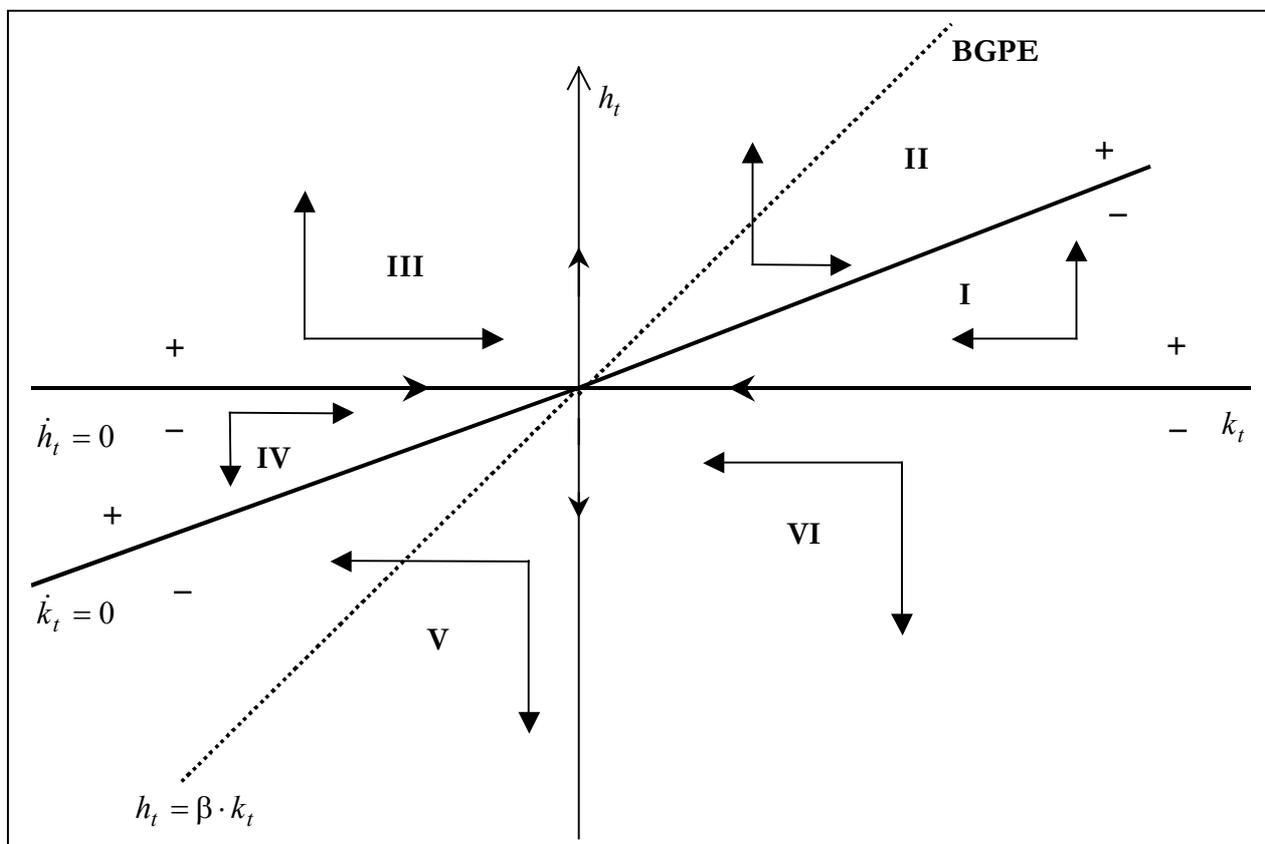
A riprova del fatto che il sentiero di crescita bilanciata del nostro modello (la retta $h = \beta \cdot k$) debba passare per la regione II del diagramma di fase, si noti che per ogni $u \in (0,1)$ la pendenza di quest'ultima retta è maggiore della pendenza della retta che rappresenta il luogo dei punti per cui

$\dot{k}_t = 0$, e pari a $\left(\frac{n}{s}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \cdot \frac{1}{u}$, valendo la restrizione sui parametri riportata in equazione (14).

²⁴ In equilibrio, u assume il valore costante riportato nell'equazione (11).

Figura A.1

Il diagramma di fase relativo al sistema dinamico presentato nel modello



Appendice B – Dimostrazione delle proposizioni relative alla statica comparata

In questa Appendice dimostriamo formalmente i risultati di statica comparata riportati nelle equazioni (15), (16), (17) e (20). Cominciamo dall'analisi dell'impatto che una variazione del parametro distributivo α ha sul tasso di crescita di steady-state (g_{bp}). Dopo alcuni semplici passaggi è possibile giungere a scrivere:

$$\frac{\partial g_{bp}}{\partial \alpha} = -\frac{1}{\alpha^2} s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} [\log(1-\alpha) + \alpha].$$

Il contenuto della parentesi quadra è certamente negativo per ogni valore di α strettamente compreso tra zero ed uno. Ciò è dimostrato dalla seguente analisi grafica:

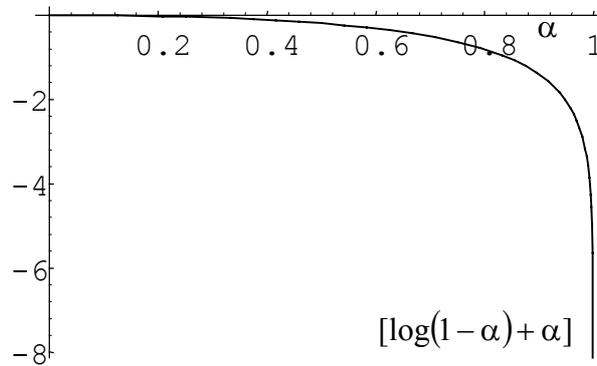


Figura A.2

L'andamento di $[\log(1-\alpha) + \alpha]$ con $\alpha \in (0,1)$

Pertanto è facile concludere che $\frac{\partial g_{bp}}{\partial \alpha} > 0$. Questo prova il risultato riportato nell'equazione (16) del testo. Poiché:

$$\bullet \frac{\partial g_{bp}}{\partial \alpha} = \frac{\partial}{\partial \alpha} \left[s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \right] > 0;$$

$$\bullet u_{bp} = (1+n) - s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}},$$

ne consegue che:

$$\frac{\partial u_{bp}}{\partial \alpha} = -\frac{\partial}{\partial \alpha} \left[s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \right] = -\frac{\partial g_{bp}}{\partial \alpha} < 0.$$

Questo prova il risultato riportato nell'equazione (15) del testo.

Venendo ora all'impatto che il parametro α esercita sul rapporto di equilibrio tra capitale umano e capitale fisico, si noti innanzitutto che:

$$\begin{aligned}\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{h_{bp}}{k_{bp}} \right) &= \frac{\partial}{\partial \alpha} \left[(1-\alpha)^{\frac{1}{\alpha}} \right] \cdot \frac{1}{u_{bp}} - \frac{(1-\alpha)^{\frac{1}{\alpha}}}{(u_{bp})^2} \cdot \frac{\partial}{\partial \alpha} u_{bp} = \\ &= -\frac{1}{\alpha^2} (1-\alpha)^{\frac{1}{\alpha}} \frac{1}{u_{bp}} \left\{ \left[\log(1-\alpha) + \frac{\alpha}{1-\alpha} \right] + \frac{1}{u_{bp}} s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left[\log(1-\alpha) + \alpha \right] \right\}\end{aligned}$$

E' possibile dimostrare che il contenuto della parentesi graffa è sempre positivo cosicché, con $0 < u_{bp} < 1$ e $0 < \alpha < 1$, $\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{h_{bp}}{k_{bp}} \right) < 0$. Infatti, dopo alcuni semplici passaggi e sostituendo a u_{bp} il suo vero valore²⁵, ciò che è compreso in parentesi graffa può essere riscritto come:

$$\left[\log(1-\alpha) + \frac{\alpha}{1-\alpha} \right] + \frac{s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}}{u_{bp}} \left[\log(1-\alpha) + \alpha \right] = \frac{\left(\frac{1}{1-\alpha} \right) \left\{ (1+n) \left[(1-\alpha) \log(1-\alpha) + \alpha \right] - s \alpha^2 (1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \right\}}{(1+n) - s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}}$$

L'espressione a destra dell'uguale sarà positiva a patto che sia:

$$(1+n) \left[(1-\alpha) \log(1-\alpha) + \alpha \right] > s \alpha^2 (1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$$

Con s e n strettamente compresi tra zero ed uno, la condizione $(1+n) > s$ è vera sempre. Pertanto, affinché l'ultima disuguaglianza appena riportata sia soddisfatta, è sufficiente mostrare che:

$$\left[(1-\alpha) \log(1-\alpha) + \alpha \right] > \alpha^2 (1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \quad \Rightarrow \quad \left[\left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) \log(1-\alpha) \right] > \left[\alpha (1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - 1 \right].$$

Questa disuguaglianza risulta soddisfatta per ogni s , n e per ogni $\alpha \in (0,1)$, come la seguente analisi grafica mostra chiaramente:

²⁵ E cioè: $u_{ss} = (1+n) - s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$.

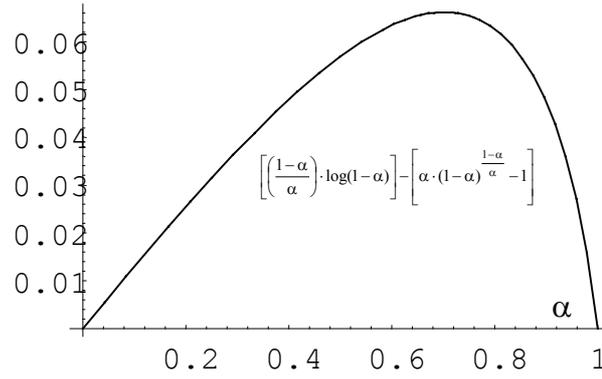


Figura A.3

L'andamento di $\left[\left(\frac{1-\alpha}{\alpha} \right) \cdot \log(1-\alpha) \right] - \left[\alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - 1 \right]$ con $\alpha \in (0,1)$

Questo ci consente di concludere che $\frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{h_{bp}}{k_{bp}} \right) < 0$ e di provare formalmente il risultato riportato nel testo all'equazione (17). Si noti che quando la disuguaglianza $(1+n) > s$ è soddisfatta²⁶, allora risulta automaticamente soddisfatto anche il vincolo sui parametri²⁷ che assicura la positività di u_{bp} e $\frac{h_{bp}}{k_{bp}}$.

Infatti è immediato dimostrare che s è sempre maggiore di $s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$.

Venendo ora alla dimostrazione del risultato riportato in equazione (20) nel testo, si noti che:

$$\frac{\partial y_{bp}}{\partial \alpha} = h_{bp} \left(\frac{1}{1-\alpha} \right) \left\{ \frac{1+n}{1-\alpha} + s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \cdot \frac{(1-\alpha)[\log(1-\alpha) + \alpha] - \alpha^2}{\alpha^2(1-\alpha)} \right\}.$$

Affinché questa derivata parziale prima sia positiva, il contenuto della parentesi graffa deve essere positivo. Questo implica che sia:

$$(1+n) > s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left\{ 1 - \frac{(1-\alpha)[\log(1-\alpha) + \alpha]}{\alpha^2} \right\} > s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} > n.$$

Quando vale questa condizione (ovvero quando il tasso di crescita della popolazione è sufficientemente grande), allora un aumento del parametro α determina sempre un effetto positivo sul livello di attività pro-capite di equilibrio (y_{bp}). Si noti, infine, che $s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left\{ 1 - \frac{(1-\alpha)[\log(1-\alpha) + \alpha]}{\alpha^2} \right\} > s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$, essendo $\left\{ 1 - \frac{(1-\alpha)[\log(1-\alpha) + \alpha]}{\alpha^2} \right\} > 1$ (come è possibile apprezzare dalla seguente analisi grafica):

²⁶ Ed essa è sempre soddisfatta quando $0 < s < 1$ e $0 < n < 1$.

²⁷ Questo vincolo impone che sia $(1+n) > s(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}}$.

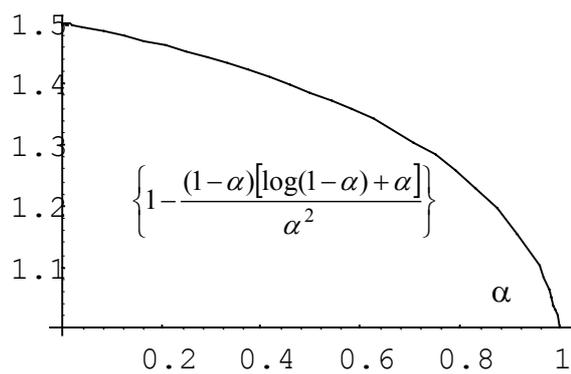


Figura A.4

L'andamento di $\left\{ 1 - \frac{(1-\alpha)[\log(1-\alpha) + \alpha]}{\alpha^2} \right\}$ *con* $\alpha \in (0,1)$

Appendice C – Fonti dei dati

I dati utilizzati nelle analisi delle tavole 2 e 3 sono di fonte UNDP e sono tratti dall'appendice di UNDP 2001, *Human development report*, Blackwell. Le statistiche descrittive sono riportate in tavola 6 e sono riferite a 162 paesi.²⁸

Tavola 6 – Statistiche descrittive – 162 paesi - 1999

riable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
gdppc	162	8009.358	8458	448	42769
lgdp	162	8.403305	1.145563	6.104793	10.66357
liex75	162	58.24815	11.50517	35	74.7
enrol	162	66.37654	20.894	16	116
urb75	162	43.42531	24.31565	3.2	100
grpo99	162	1.887654	1.181785	-.3	6.8
fert75	162	4.991358	1.979566	1.6	8.3
you99	162	32.82963	10.51218	14.4	49.8
rich10	111	31.12523	7.728736	18.2	50.2
litera	160	79.33562	21.14566	15.3	99.8
edex97	142	4.573239	1.907727	.7	10.6
edsh97	130	15.57385	5.945157	5.6	45.9

	gdppc	liex75	enrol	urb75	grpo99	fert75	you99	rich10	litera	edex97	edsh97
gdppc	1.00										
liex75	0.67	1.00									
enrol	0.70	0.82	1.00								
urb75	0.70	0.80	0.78	1.00							
grpo99	-0.58	-0.79	-0.69	-0.59	1.00						
fert75	-0.71	-0.87	-0.78	-0.71	0.91	1.00					
you99	-0.71	-0.89	-0.82	-0.71	0.91	0.94	1.00				
rich10	-0.48	-0.45	-0.35	-0.29	0.56	0.55	0.59	1.00			
litera	0.53	0.88	0.81	0.69	-0.68	-0.74	-0.78	-0.25	1.00		
edex97	0.31	0.39	0.41	0.34	-0.25	-0.31	-0.32	-0.29	0.32	1.00	
edsh97	-0.23	-0.18	-0.18	-0.09	0.29	0.23	0.24	0.27	-0.16	0.30	1.00

Legenda variabili:

GDPPC = PIL pro capite misurato in dollari PPP al 1999

LGDP = log PIL pro capite misurato in dollari PPP al 1999

LIEX75 = aspettativa di vita alla nascita (anni) – 1975

ENROL = partecipazione scolastica combinando primaria, secondaria e terziaria – 1999

URB75 = quota di popolazione residente in aree urbane – 1975

GRPO99 = tasso di crescita annuo della popolazione – media 1975-99

FERT75 = tasso di fertilità (numero potenziale di figli per donna in età fertile) – 1975

YOU99 = quota di popolazione in età inferiore a 15 anni - 1999

RICH10 = quota di reddito conseguita dal decile più ricco della popolazione - 1999

LITERA = tassi di alfabetizzazione nella popolazione con più di 15 anni (*literacy rate*) – 1999

EDEX97 = spesa pubblica in istruzione come quota sul prodotto interno lordo – 1997

EDSH97 = spesa pubblica in istruzione come quota sulla spesa pubblica – 1997

²⁸ I paesi considerati sono Albania, Algeria, Angola, Argentina, Armenia, Australia, Austria, Azerbaijan, Bahamas, Bahrain, Bangladesh, Barbados, Belarus, Belgium, Belize, Benin, Bhutan, Bolivia, Botswana, Brazil, Brunei Darussalam, Bulgaria, BurkinaFaso, Burundi, Cambodia, Cameroon, Canada, CapeVerde, Central African Republic, Chad, Chile, China, Colombia, Comoros, Congo, Congo Dem.Rep.of, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Djibouti, Dominican Republic, Ecuador, Egypt, El Salvador, Equatorial Guinea, Eritrea, Estonia, Ethiopia, Fiji, Finland, France, Gabon, Gambia, Georgia, Germany, Ghana, Greece, Guatemala, Guinea, Guinea-Bissau, Guyana, Haiti, Honduras, Hong Kong, Hungary, Iceland, India, Indonesia, Iran Islamic Republic, Ireland, Israel, Italy, Jamaica, Japan, Jordan, Kazakhstan, Kenya, Korea Rep.of, Kuwait, Kyrgyzstan, Lao People Republic, Latvia, Lebanon, Lesotho, Libyan Arab Jamahirriya, Lithuania, Luxembourg, Macedonia TFYR, Madagascar, Malawi, Malaysia, Maldives, Mali, Malta, Mauritania, Mauritius, Mexico, Moldova Rep.of, Mongolia, Morocco, Mozambique, Myanmar, Namibia, Nepal, Netherlands, New Zealand, Nicaragua, Niger, Nigeria, Norway, Oman, Pakistan, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines, Poland, Portugal, Qatar, Romania, Russian Federation, Rwanda, Samoa Western, Saudi Arabia, Senegal, SierraLeone, Singapore, Slovakia, Slovenia, SouthAfrica, Spain, SriLanka, Sudan, Suriname, Swaziland, Sweden, Switzerland, Syrian Arab Republic, Tajikistan, Tanzania U.Rep.of, Thailand, Togo, Trinidad and Tobago, Tunisia, Turkey, Turkmenistan, Uganda, Ukraine, United Arab Emirates, United Kingdom, United States, Uruguay, Uzbekistan, Venezuela, VietNam, Yemen, Zambia, Zimbabwe.

I dati utilizzati nelle tavole 1, 4 e 5 sono tratti dalla banca-dati descritta in Checchi 2000 e si basano su Summer e Heston 1991 e Barro e Lee 1993 e 1994b (con aggiornamenti per gli anni più recenti); si riferiscono a 86 paesi, rilevati su base quinquennale nel periodo 1960-95.²⁹ Le statistiche descrittive sono riportate in tavola 7.

Tavola 7 – Statistiche descrittive – 86 paesi – 1960-95

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
gdppc	586	4642.994	4385.055	312	24979.36
lgdp	586	7.979976	1.000839	5.743003	10.1258
iy	586	.213386	.0883758	.0155126	1.000462
p	586	.8900006	.1932317	.1	1.35
s	586	.4635825	.3160305	.01	1.466
h	586	.1326618	.1461132	0	.947
hcp	586	.4191242	.1963982	.033	.911
hcs	586	.1747069	.142955	.001	.629
hch	586	.0578341	.0669858	0	.452
hc	586	4.612699	2.767056	.21	12
grp	586	.0261713	.0275283	-.0796664	.1933743
birt	586	30.86403	13.06922	9	57.2
fert	586	4.555522	1.966487	1.44	8.256

	lgdp	iy	p	s	h	hcp	hcs	hch	grp	birt	fert
lgdp	1.000										
iy	0.177	1.000									
p	0.617	0.209	1.000								
s	0.849	0.155	0.607	1.000							
h	0.719	0.047	0.444	0.807	1.000						
hcp	0.401	0.197	0.525	0.324	0.130	1.000					
hcs	0.768	0.093	0.491	0.817	0.725	0.100	1.000				
hch	0.663	0.020	0.391	0.721	0.824	0.022	0.722	1.000			
grp	-0.540	-0.114	-0.307	-0.618	-0.468	-0.361	-0.518	-0.375	1.000		
birt	-0.859	-0.171	-0.634	-0.867	-0.687	-0.480	-0.752	-0.611	0.761	1.000	
fert	-0.834	-0.187	-0.566	-0.835	-0.671	-0.486	-0.738	-0.600	0.759	0.957	1.000

Legenda variabili:

- GDPPC = PIL pro capite misurato in dollari PPP al 1985
- LGDP = log PIL pro capite misurato in dollari PPP al 1985
- IY = investimenti fissi lordi in rapporto al PIL – valuta nazionale
- P = tasso di partecipazione lordo scuola primaria
- S = tasso di partecipazione lordo scuola secondaria
- H = tasso di partecipazione lordo scuola terziaria
- HCP = quota di popolazione con almeno una quota di istruzione primaria
- HCS = quota di popolazione con almeno una quota di istruzione secondaria
- HCH = quota di popolazione con almeno una quota di istruzione terziaria
- HC = numero medio di anni di istruzione nella popolazione
- GRP = tasso di crescita della popolazione – media quinquennale
- BIRT = nascite ogni 1000 abitanti
- FERT = tasso di fertilità (numero potenziale di figli per donna in età fertile)

²⁹ I paesi considerati (tra parentesi il numero di osservazioni per ciascun paese) sono Algeria (8), Argentina (7), Australia (8), Austria (8), Bangladesh (8), Belgium (8), Bolivia (7), Brazil (8), Cameroon (8), Canada (8), Chile (8), China (2), Colombia (7), Costa Rica (8), Cyprus (7), Denmark (8), Dominica (6), Ecuador (8), Egypt (5), El Salvador (8), Finland (8), France (8), Germany, west (7), Ghana (8), Greece (8), Guatemal (6), Guyana (6), Haiti (6), Honduras (8), Hong Kong (1), Iceland (3), India (8), Indonesia (8), Iran (4), Iraq (2), Ireland (8), Israel (8), Italy (8), Jamaica (6), Japan (8), Kenya (8), Korea (8), Kuwait (5), Lesotho (1), Malawi (8), Malaysia (8), Mali (6), Mauritius (8), Mexico (8), Mozambique (6), Myanmar (1), Nepal (1), Netherland (8), New Zealand (8), Nicaragua (7), Norway (8), Pakistan (8), Panama (8), Paraguay (7), Peru (7), Philippines (8), Portugal (8), Rwanda (6), Senegal (8), Sierra Leone (7), Singapore (8), South Africa (6), Spain (8), Sri Lanka (8), Sudan (5), Sweden (8), Switzerland (5), Tanzania (7), Thailand (8), Togo (1), Trinidad and Tobago (7), Tunisia (8), Turkey (8), Uganda (8), United Kingdom (8), United States (8), Uruguay (8), Venezuela (8), Zaire (6), Zambia (6), Zimbabwe (7).

Figura 2 – Principali variabili – analisi cross-section – 162 paesi (1999)

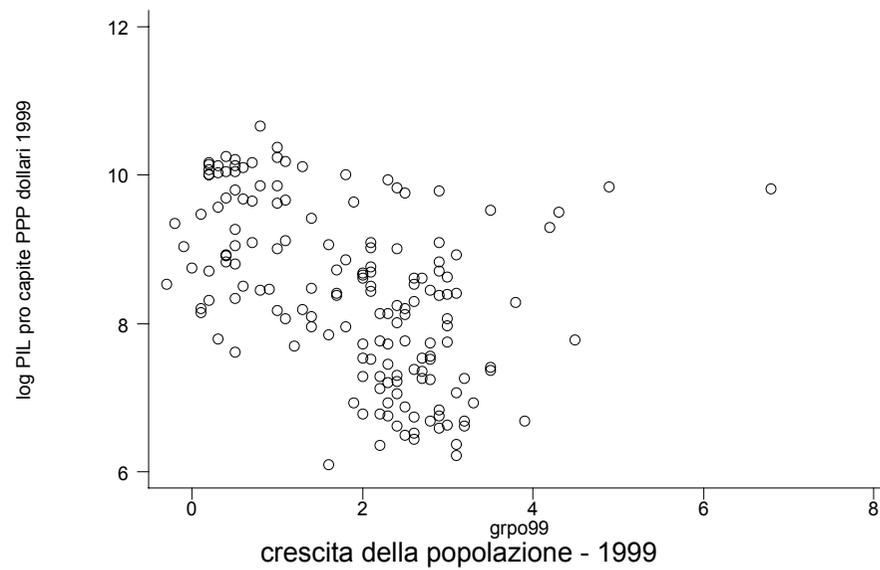
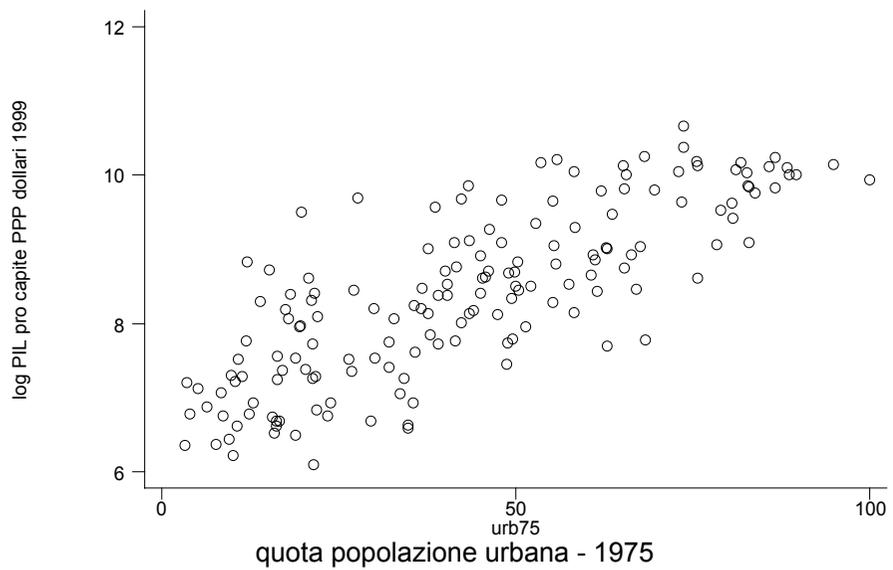
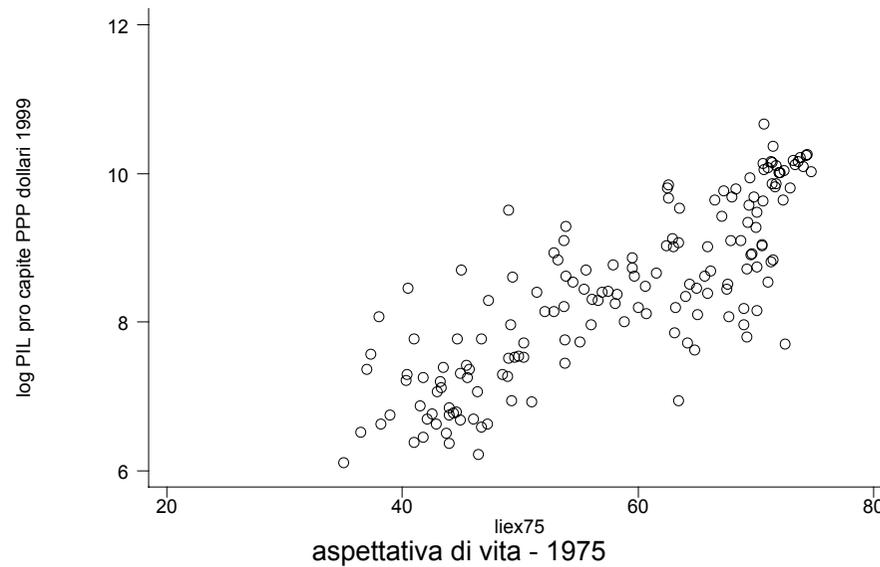
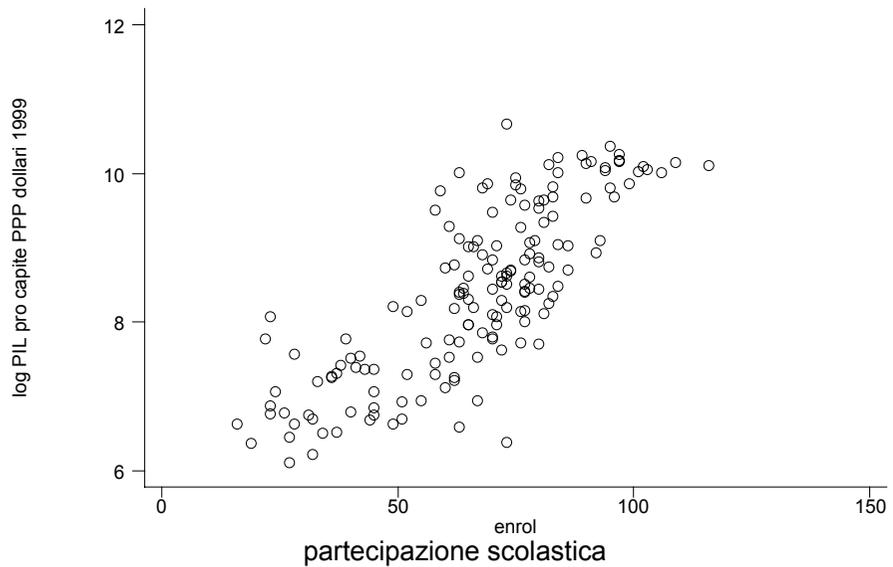


Figura 3 – Principali variabili – analisi panel – 86 paesi (1960-95)

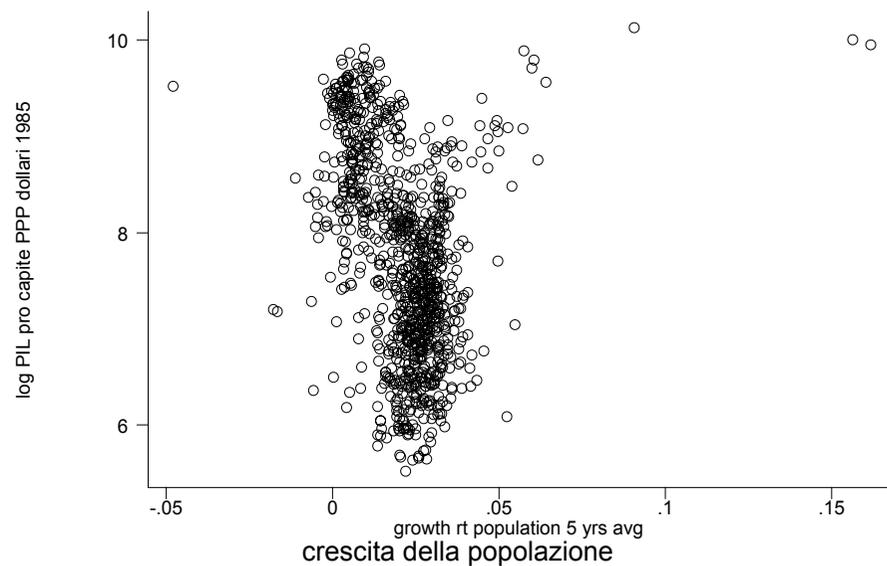
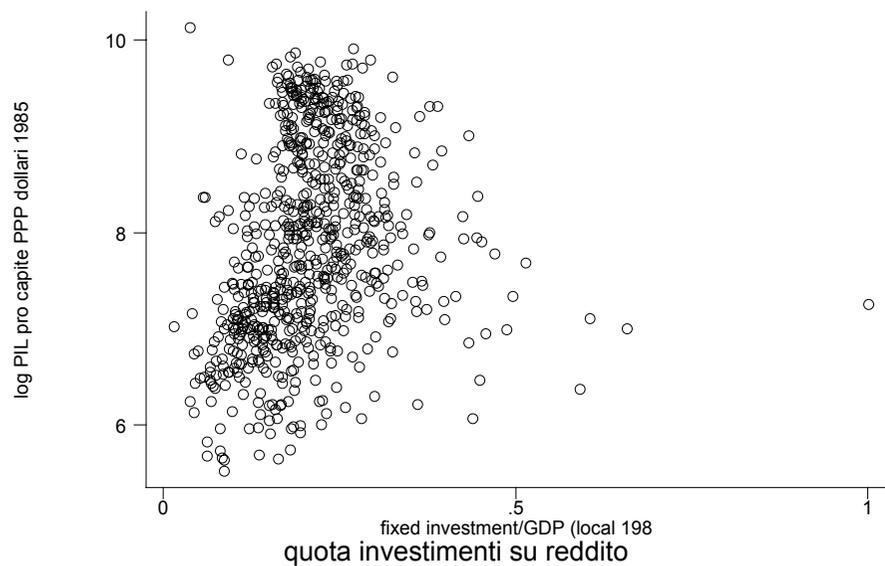
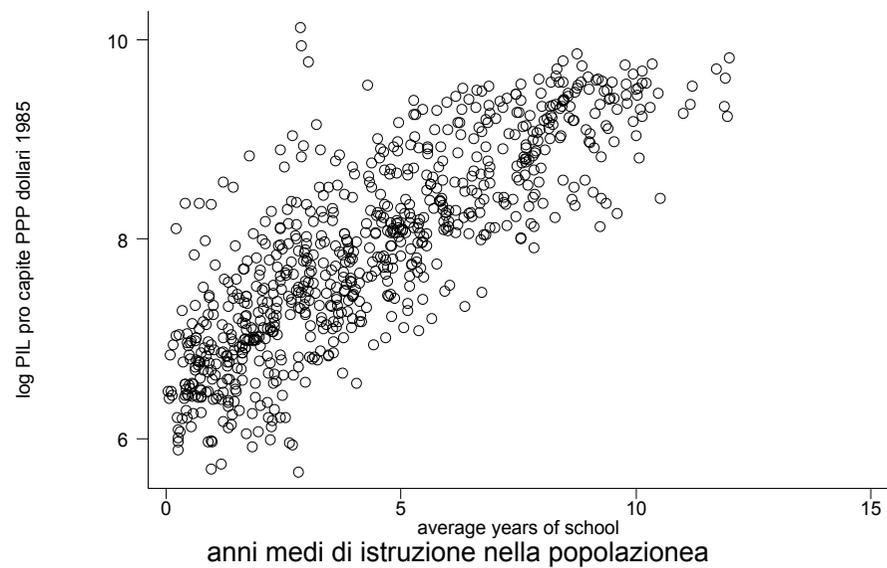
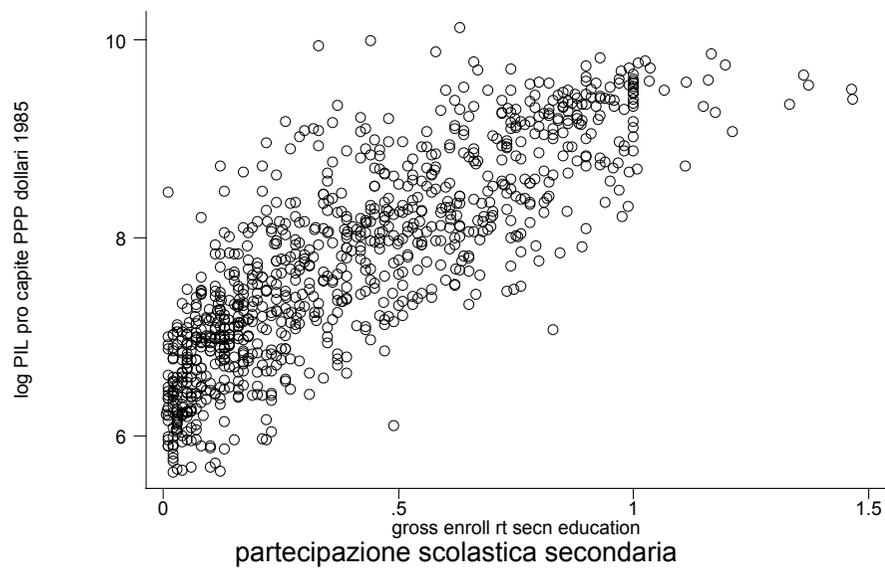
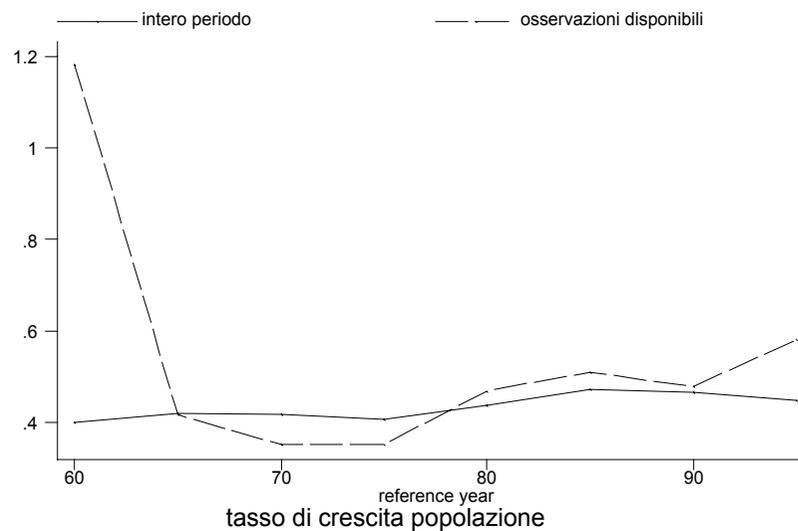
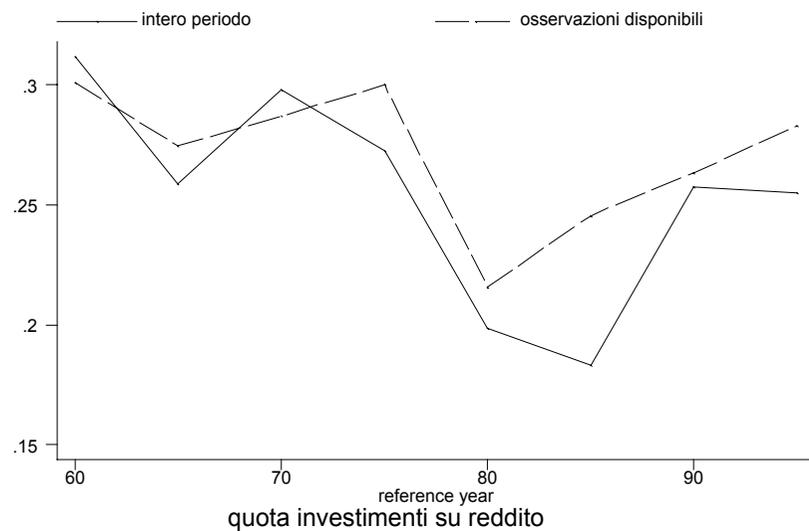
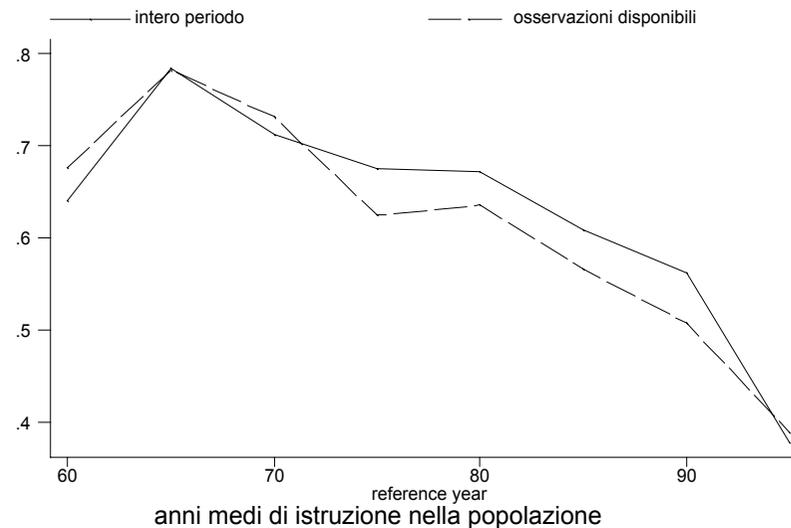
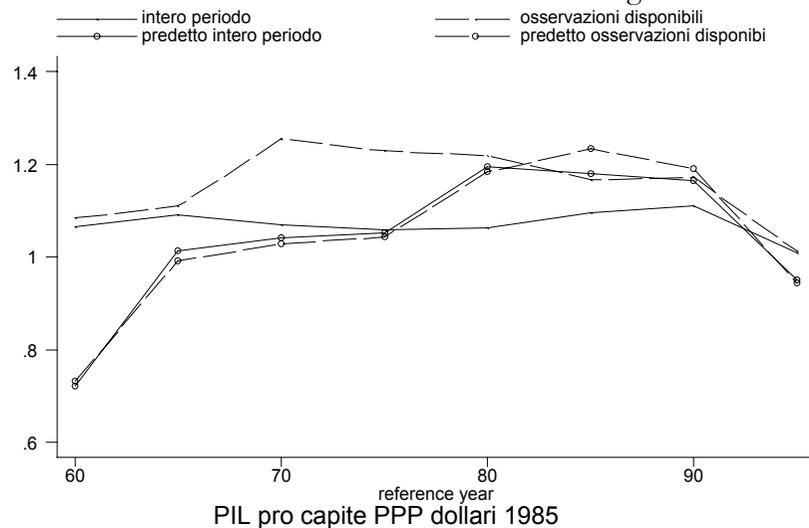


Figura 4 – Convergenza delle variabili

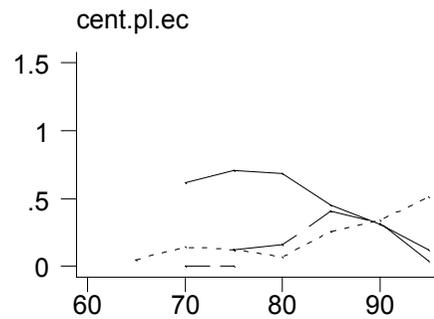
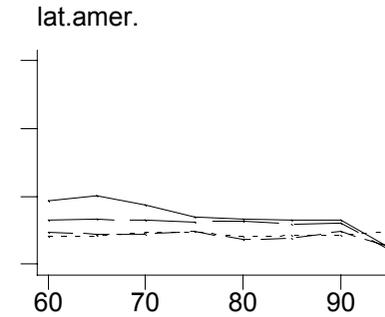
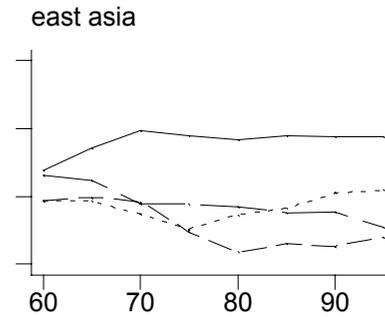
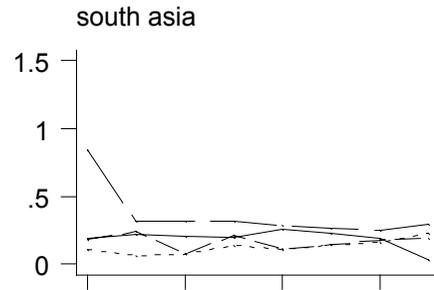
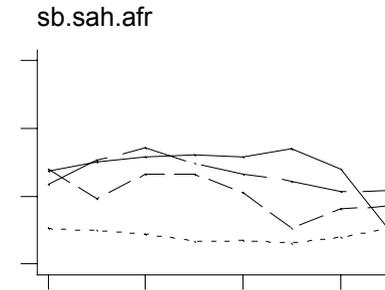
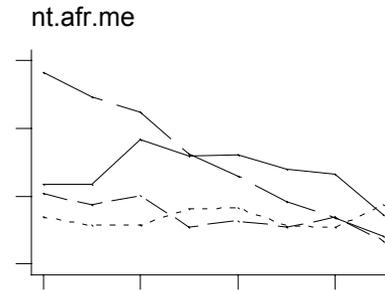
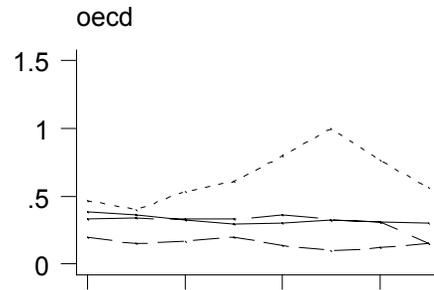


coefficienti di variazione - pesi=popolazione

Figura 5 – Convergenza per aree regionali

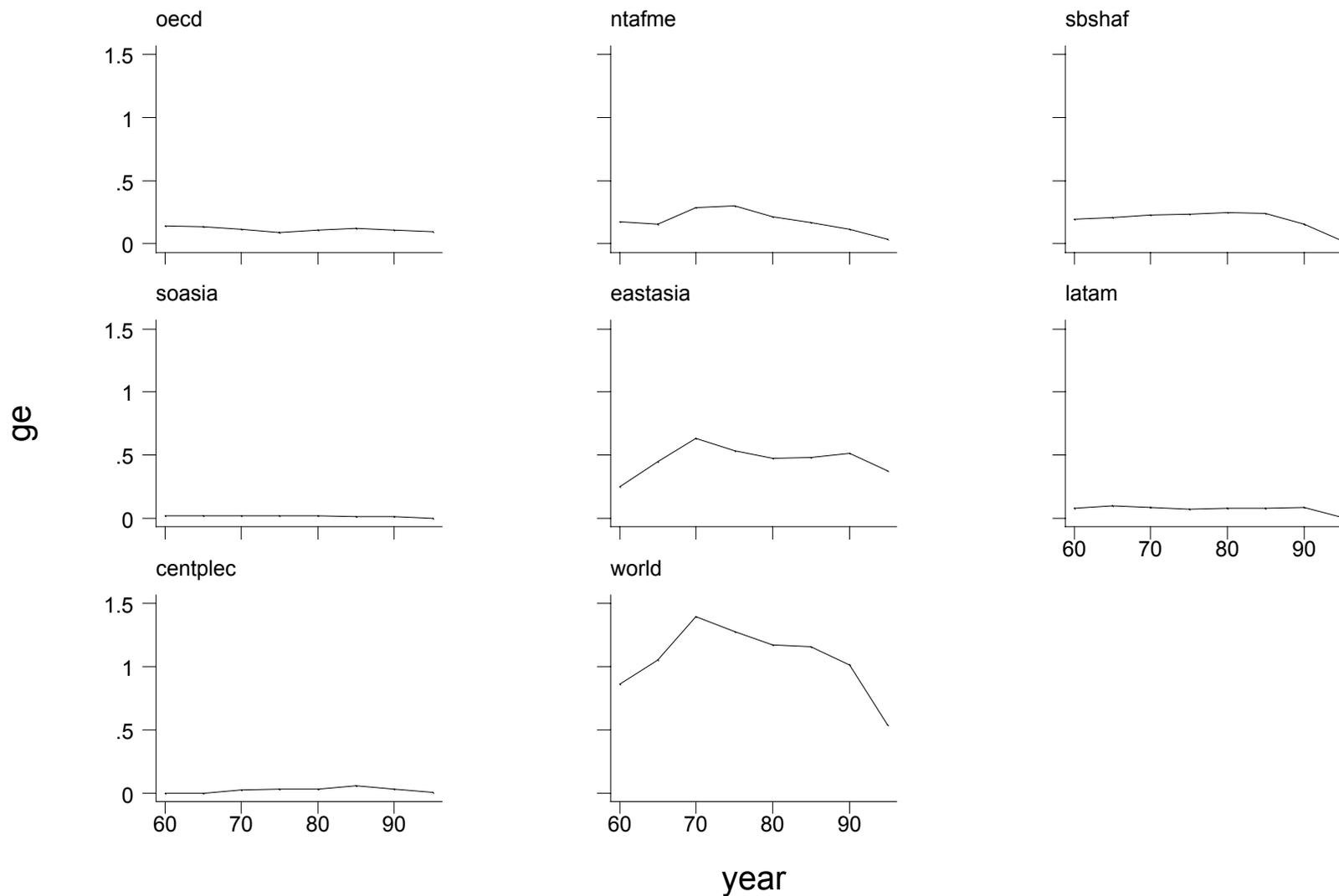
— cv gdp
 - - - cv iy

— cv hc
 - - - cv grp



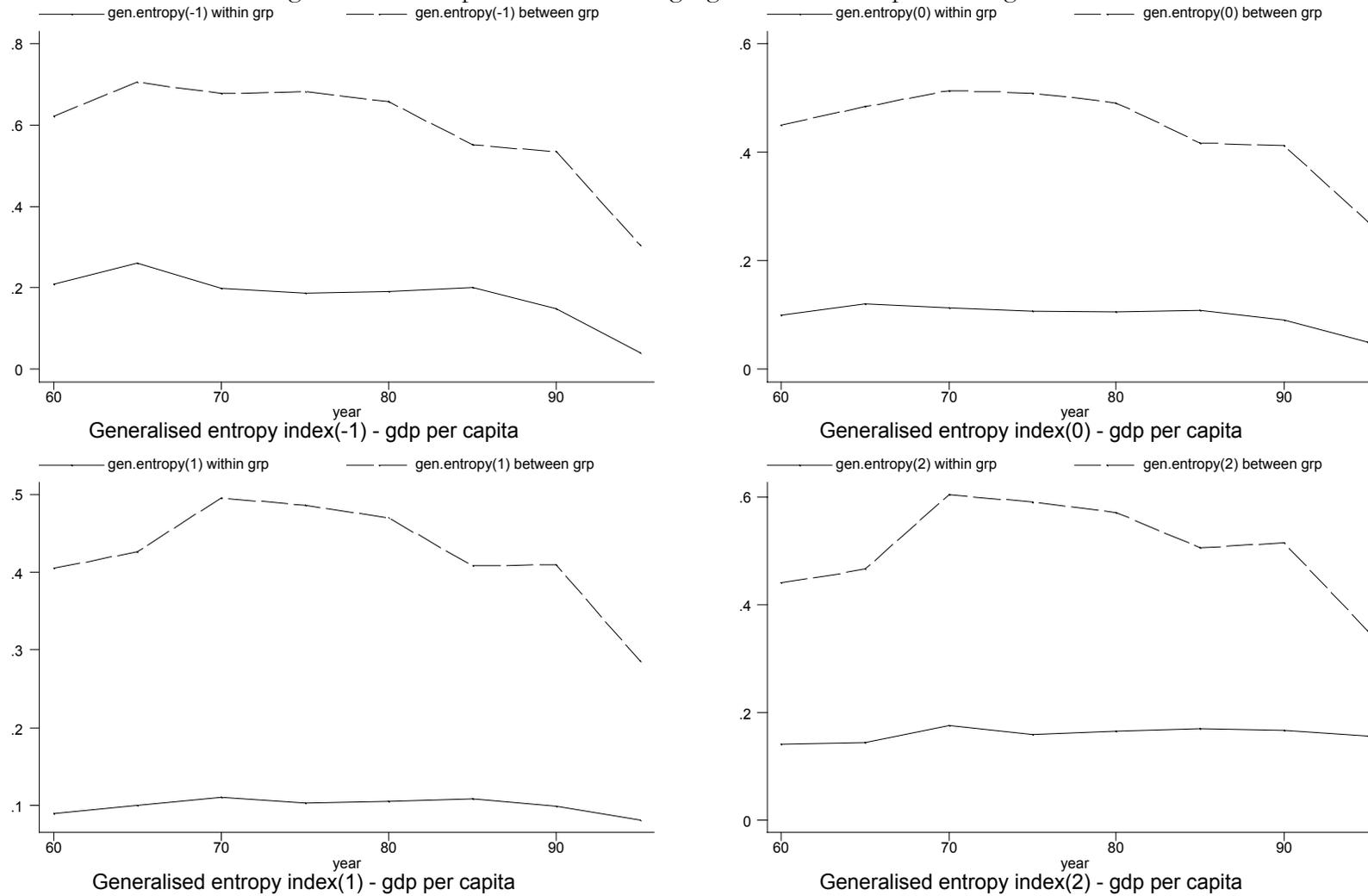
reference year
 convergenza per regioni

Figura 6 – Contributo delle aree regionali alla disuguaglianza mondiale



Generalised entropy index(-1) - gdp per capita

Figura 7 – Decomposizione della disuguaglianza mondiale per aree regionali



Inequality decomposition within and between regions