

Codici JEL: O40, O47.

Parole chiave: accumulazione fattoriale, modello neoclassico, *total factor productivity*.

Andrea Lasagni

**Le differenze nel livello di sviluppo fra i paesi:
accumulazione di fattori o *TFP*?**

Serie di Economia e Politica Economica - WP 4/2004

Ottobre 2004

ABSTRACT

Il divario nel *livello* di sviluppo economico fra i paesi del mondo (tradizionalmente misurato dal livello del prodotto reale per addetto) è aumentato in modo significativo a partire dagli anni '70. Questo lavoro, attraverso un esercizio di *development accounting*, metodologia ispirata al tradizionale approccio di contabilità della crescita, analizza l'importanza relativa dell'accumulazione di fattori produttivi e della componente 'residuale' (valutata come *proxy* dell'efficienza o *Total Factor Productivity*) per l'interpretazione di tale divario. In media, utilizzando i dati ufficiali disponibili per misurare l'accumulazione di capitale fisico e capitale umano per ciascun paese, non si arriva a 'spiegare' più del 40% del livello di sviluppo economico. Inoltre, come viene sottolineato dalla maggior parte degli studi recenti, la quota della variabilità *cross country* del prodotto per addetto che può essere attribuita alla *TFP* risulta essere elevata e crescente. Una dettagliata analisi di sensitività sembra confermare la sostanziale solidità di questi risultati rispetto ai potenziali problemi legati alla scelta delle fonti statistiche, alla misurazione dei fenomeni in oggetto e alla specificazione delle variabili.

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	5
2. LA CONTABILITÀ DEL LIVELLO DI SVILUPPO: EVIDENZA EMPIRICA AGGIORNATA	8
2.1 <i>Fonti e descrizione dei dati utilizzati</i>	10
2.2 <i>Risultati</i>	11
3. ANALISI DI SENSITIVITÀ E PROBLEMI DI MISURAZIONE.....	19
3.1 <i>Limiti nella ‘misurabilità’ del prodotto e stime della TFP: un esercizio basato sui dati per l’industria manifatturiera</i>	20
3.2 <i>Differenze nella qualità dell’istruzione e nel contributo del capitale umano</i>	21
3.3 <i>La stima dello stock di capitale fisico</i>	23
3.4 <i>Cosa cambia utilizzando una stima di α?</i>	24
4. CONSIDERAZIONI DI SINTESI E FUTURI APPROFONDIMENTI	26
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	27
APPENDICE.....	29
A.1 <i>I 78 paesi</i>	29
A.2 <i>La metodologia dell’inventario permanente per la stima dello stock di capitale fisico</i>	31
A.3 <i>Una versione ‘alternativa’ del modello di base per l’applicazione</i>	32
A.4 <i>Una versione Hicks-neutral del modello per la decomposizione</i>	35

1. INTRODUZIONE¹

Qual'è il contributo dell'accumulazione di fattori produttivi (capitale fisico e capitale umano) per lo sviluppo economico di un paese? Nella letteratura economica spesso si considera utile, come passo preliminare, un esercizio di 'contabilità della crescita' o *growth accounting*, attraverso il quale si può decomporre l'incremento del prodotto reale pro capite nelle sue componenti associate alla crescita della disponibilità di fattori (capitale e lavoro) e al 'residuo di Solow'. Tale 'residuo' viene comunemente definito 'produttività congiunta dei fattori' o *Total Factor Productivity* (più brevemente *TFP*)². Barro (1999) sostiene che tale esercizio di *growth accounting* è particolarmente utile se c'è la convinzione che le determinanti fondamentali alla base della crescita economica sono sostanzialmente differenti da quelle che regolano la dinamica della tecnologia. Nello stesso articolo Barro ricorda che le basi teoriche della contabilità della crescita sono da ricercare nei contributi di Solow (1957), Kendrick (1961) e Denison (1962), e mostra come sia possibile sviluppare alcune versioni della 'decomposizione' in modo tale da essere collegate a modelli di crescita endogena³. Riguardo all'applicabilità, tuttavia, Barro giudica le ipotesi sottostanti difficilmente adattabili in modo rigoroso, quindi si tratta di un approccio per l'analisi empirica che è piuttosto 'flessibile'.

Boggio e Seravalli (2002) ricordano che già nel lavoro di Abramovitz (1956) si trova un'applicazione importante della contabilità della crescita per gli Stati Uniti. Gli stessi autori osservano poi che la letteratura si è concentrata sulle caratteristiche e sulla interpretazione del 'residuo', dividendosi fra sostenitori del progresso tecnologico 'incorporato' nelle dotazioni di fattori e sostenitori di modelli non tradizionali (ruolo delle economie di scala, di esternalità, cambiamenti strutturali, ecc.).

Più recentemente, all'interno di alcuni studi empirici è stato proposto un approccio simile alla contabilità della crescita per valutare il contributo specifico

¹ Università di Parma. Indirizzo: Università di Parma, Via Kennedy 6, 43100 Parma, Italy. E-mail: andrea.lasagni@unipr.it. Questa stesura raccoglie una parte dei risultati preliminari discussi in uno dei capitoli della mia tesi di dottorato, per la preparazione della quale ho potuto beneficiare dei commenti di Francesco Daveri e Gilberto Seravalli, ai quali vanno i miei più sinceri ringraziamenti. Sono grato anche per i suggerimenti ricevuti durante il seminario tenutosi presso la Facoltà di Economia dell'Università di Parma.

² In Hulten (2000) si può trovare un dettagliato studio che riassume la controversia legata al concetto di *TFP*. Per una visione più critica di tale approccio si può fare riferimento a Reati (2001).

³ Evidentemente, si può osservare che la metodologia stessa non permette di considerare esplicitamente una determinata forma di endogeneità, visto che gli stessi inputs sono originati da un processo di accumulazione precedente.

dell'accumulazione di capitale e del 'residuo', il cosiddetto *development accounting*⁴. La scelta è quella di calcolare un valore stimato per il *livello* delle dotazioni di capitale fisico e di capitale umano per un dato periodo (anno o serie di anni), e valutare quanto tale valore possa 'spiegare' (in base ad una teorica funzione di produzione aggregata) il *livello* del prodotto reale per addetto e la sua varianza *cross country*, anziché il suo tasso di crescita. Secondo Caselli (2003), il contributo della *TFP* calcolato con l'approccio di *development accounting* può essere interpretato come la differente 'efficienza' nell'utilizzo degli stessi fattori nei vari paesi. Il risultato più rilevante di Klenow e Rodriguez-Clare (1997) è che circa il 60% della variabilità *cross country* nel livello del prodotto per lavoratore è da attribuire alla componente relativa alla *TFP*. Un risultato analogo è ottenuto da Hall e Jones (1999), i quali osservano che, in primo luogo, la correlazione fra le differenze *cross country* nella *TFP* calcolata come residuo e il livello del prodotto reale per addetto è significativa ed elevata. Secondariamente, essi mostrano che il contributo della componente residuale (cioè della *TFP*) è sempre il più elevato per la spiegazione dell'elevato differenziale esistente fra i paesi più ricchi e quelli più poveri⁵. Anche in Easterly e Levine (2001) viene esaminato, con un approccio molto simile, il rapporto fra accumulazione di fattori e divario nel livello del prodotto reale pro capite.

Non mancano lavori di carattere empirico che utilizzano varie formulazioni di questo approccio⁶. Ad esempio nel lavoro di Bosworth e Collins (2003) si può trovare una combinazione di risultati empirici ottenuti mediante un esercizio di contabilità della crescita e un'analisi di regressione *cross country*. Questi autori ritengono che l'interpretazione del risultato residuo del *growth accounting*, cioè la *TFP*, come indicatore di cambiamento tecnologico è criticabile, in quanto ciò che risulta 'residuale' può essere determinato da molti altri fattori. Un contributo simile è Senhadji (1999), che introduce un passaggio preliminare all'esercizio di *growth accounting*: una stima delle quote fattoriali sul prodotto nazionali mediante l'analisi di regressione (con tecniche di cointegrazione).

⁴ L'approccio è stato proposto originariamente da Klenow e Rodriguez-Clare (1997), poi è stato ripreso da molti altri fra cui Hall e Jones (1999), Baier, Dwyer e Tamura (2002), Gundlach *et al.* (2002) e Woessman (2003). Una recente rassegna con commenti ed estensioni è quella di Caselli (2003).

⁵ L'espressione utilizzata è la seguente "Output per worker in the five countries in 1988 with the highest levels of output per worker was 31.7 times higher than output per worker in the five poorest countries [...] with no differences in productivity, output per worker in the five richest countries would have been only about four times larger than in five poorest countries." (Hall e Jones, 1999).

⁶ Secondo Bosworth e Collins (2003) "no consensus has emerged about the contribution on capital accumulation versus improvements in total factor productivity in accounting for differences in economic growth."

Una valutazione particolare meritano i risultati di Baier, Dwyer e Tamura (2002), in quanto il *set* di dati utilizzato comprende più di cento paesi per un periodo di tempo molto lungo. Anche se si tratta di un *dataset* non completamente comparabile con le statistiche tradizionalmente utilizzate, la proposta di Baier, Dwyer e Tamura (2002) è interessante per due motivi. Primo, viene evidenziata l'importanza di analizzare l'importanza dell'accumulazione fattoriale e della *TFP* per differenti (e più lunghi) periodi storici. In particolare, è opinione degli autori che lo studio degli ultimi 25 anni potrebbe condurre a risultati molto diversi dall'analisi degli ultimi 40 anni. Secondo, si sviluppa un approccio per analizzare la variabilità *cross country* dei *tassi di crescita* del prodotto per addetto. Tra le conclusioni di Baier, Dwyer e Tamura è degno di nota che il *TFP* sia in grado di 'spiegare' una quota della varianza dei suddetti tassi compresa fra un minimo del 68% ed un massimo pari all'84%.

Questo lavoro, attraverso una applicazione della metodologia di *development accounting*, si propone di aggiornare l'evidenza empirica relativa all'importanza dell'accumulazione di fattori produttivi e della *TFP* per l'interpretazione delle enormi distanze nel livello del prodotto per addetto fra paesi. L'obiettivo specifico dell'analisi è duplice. Da un lato, al fine di valorizzare ed integrare le conclusioni già discusse in letterature, si intende esaminare i mutamenti del ruolo dell'accumulazione fattoriale negli anni '70 e negli anni '90, per stabilire se le indicazioni del modello siano 'sensibili' rispetto al periodo storico di riferimento. Dall'altro lato, si presenta una stima dei potenziali *bias* connessi alle fonti statistiche, alle misurazioni dei fenomeni in oggetto e alla specificazione delle variabili.

La Sezione 2, dopo aver illustrato le fonti utilizzate per i dati e la definizione delle variabili, presenta i principali risultati ottenuti attraverso la metodologia tradizionalmente definita come *development accounting*. La percentuale del livello di prodotto reale per addetto 'spiegata' dall'accumulazione di capitale fisico e capitale umano risulta, mediamente per ciascun paese, inferiore al 40% sia negli anni '70 che negli anni '90. Poi, il contributo della *TFP* per la spiegazione della variabilità nel livello del prodotto per addetto risulta essere rilevante e in aumento (poco meno del 40%).

Nella Sezione 3 una analisi di sensitività consente di esaminare la robustezza dei risultati. In primo luogo, le elaborazioni vengono ripetute utilizzando i dati relativi al prodotto reale del settore manifatturiero, nell'ipotesi che la rilevazione statistica del valore aggiunto per gli altri settori possa essere maggiormente soggetta ad errori e omissioni. Secondariamente, si analizzano le differenze nei risultati del *development*

accounting nel caso in cui si faccia riferimento ad una specificazione della variabile *proxy* per il capitale umano ‘corretta’ con l’aiuto di indicatori in grado di controllare per la differente qualità nei sistemi scolastici dei vari paesi. Successivamente, vengono considerati gli effetti derivanti dalla utilizzazione di una fonte alternativa e di differenti valori del tasso di deprezzamento per la stima del capitale fisico. Infine, si cerca di capire come possono variare i risultati se, anziché un valore prefissato uguale per tutti i paesi e in tutti gli anni, la quota del prodotto nazionale distribuita al capitale fisico e al capitale umano (cioè, rispettivamente α e $1 - \alpha$) viene effettivamente calcolata per ciascun paese.

Alcune considerazioni di sintesi sono contenute nella Sezione 4.

2. LA CONTABILITÀ DEL LIVELLO DI SVILUPPO: EVIDENZA EMPIRICA AGGIORNATA

L’approccio⁷ qui utilizzato per la decomposizione della prodotto fa riferimento ad una funzione di produzione di tipo Cobb-Douglas (che è omogenea di primo grado con rendimenti costanti di scala), ed è basato in modo cruciale sull’ipotesi di concorrenza perfetta su tutti i mercati⁸. L’espressione è la versione ‘aumentata’ per includere l’accumulazione di capitale umano già proposta in numerosi contributi, fra i quali Hall e Jones (1999) e Klenow e Rodriguez-Clare (1997):

$$Y = K^\alpha (AH)^{(1-\alpha)} \quad (1)$$

dove Y è il prodotto, K e H rappresentano gli stocks di capitale fisico e capitale umano, mentre A è parametro di progresso tecnologico (che si assume come neutrale *à la*

⁷ In Hall e Jones (1999) vengono citati anche gli altri due schemi di decomposizione che sono comunemente impiegati per l’approccio *growth accounting*: i) il confronto di ciascun paese con un paese-punto di riferimento; ii) il calcolo della *TFP* come residuo di una funzione di produzione Cobb-Douglas in cui le quote fattoriali sono uguali per tutti i paesi.

⁸ Ciò, in termini generali, può garantire che ogni fattore produttivo venga retribuito in base alla sua produttività marginale e, per il teorema di Eulero, tutto ciò che viene prodotto è successivamente distribuito. In realtà, Boggio e Seravalli (2002) hanno mostrato che è possibile calcolare il contributo della *TFP* anche se non si fa direttamente riferimento alle produttività marginali. Ciò che gli stessi autori ricordano, tuttavia, è che l’approccio di *growth accounting* è fortemente connesso ad una visione del progresso tecnico i) che ha effetti indipendenti dall’incremento dei fattori; ii) che ha effetti non soltanto sui nuovi processi produttivi, ma anche su quelli già attivati.

Harrod⁹). Risulta conveniente riscrivere l'espressione (1) in termini di unità produttive, cioè dividendo per il numero degli addetti.

Ricordando le definizioni delle grandezze in termini di unità di lavoro, cioè $y=Y/L$, $k=K/L$ e $h=H/L$, si arriva alla formulazione seguente:

$$y = k^\alpha (Ah)^{(1-\alpha)}$$

che, applicando i logaritmi, permette di arrivare all'espressione della decomposizione 'log-additiva' del prodotto reale per addetto¹⁰:

$$\ln y = \alpha \cdot \ln k + (1-\alpha) \cdot \ln A + (1-\alpha) \cdot \ln h \quad (2)$$

Assumendo che α sia pari a $1/3$, è possibile calcolare il valore di A (cioè della *TFP*) come residuo¹¹. In simboli:

$$\ln A = \frac{1}{1-\alpha} \cdot \ln y - \frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot \ln k - \ln h \quad (3)$$

⁹ La scelta della versione *Harrod neutral* è legata all'esigenza di ottenere risultati ragionevolmente confrontabili con altri contributi in letteratura. Nel paragrafo A.4 dell'Appendice si mostra che, ai fini della decomposizione log-additiva, la scelta della versione non produce alcun effetto sui risultati.

¹⁰ Come è stato suggerito da Mankiw, Romer e Weil (1992) e da altri studi successivi, si può riscrivere l'espressione in forma 'intensiva', come

$$y = \left(\frac{K}{Y}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} hA$$

Nel paragrafo A.3 dell'Appendice si illustra le possibili motivazioni e le implicazioni dell'impiego della versione 'alternativa'.

¹¹ Il valore scelto per il parametro α , cioè della quota del prodotto distribuita a ciascun fattore, è quello che nella letteratura sui modelli di crescita viene considerato in linea generale abbastanza ragionevole. Bisogna ricordare tale valore è risultato anche abbastanza coerente rispetto ai risultati presentati dal più volte citato lavoro empirico di Mankiw, Romer e Weil (1992).

Dunque, utilizzando i dati per ciascun paese relativi al prodotto reale per addetto, al capitale fisico per addetto e al capitale umano per addetto, è possibile stimare il valore della *TFP*, e successivamente determinare la sua importanza relativa in termini di *development accounting*.

2.1 Fonti e descrizione dei dati utilizzati

I paesi considerati in questo lavoro sono 78¹² e le caratteristiche delle tre variabili principali impiegate nelle elaborazioni sono riassumibili nel modo seguente:

- y (*prodotto reale per addetto*); si tratta della stima aggiornata contenuta in *Penn World Table* ver. 6.1 (prezzi costanti in \$ PPP 1996). Le statistiche per gli addetti, di fonte *Penn World Table*, sono state messe a punto partendo dai dati censuari, in base alla quota di popolazione economicamente attiva¹³. La fonte originaria è il dato quinquennale fornito da *International Labour Organization* (ILO), con interpolazioni per altri anni;
- k (*dotazione di capitale fisico per addetto*): il valore dello stock di capitale fisico, stimato con il metodo dell'inventario permanente¹⁴, è stato poi rapportato al numero di addetti;
- h (*capitale umano per addetto*): il numero medio di anni di istruzione¹⁵ (fonte Barro e Lee, 2000) per la popolazione di 15 anni e oltre, moltiplicato per il rendimento 'medio' di ciascun anno di istruzione¹⁶; l'idea è che la funzione di accumulazione del capitale umano sia data da $H = e^{\phi(E)}L$, dove H è lo stock di capitale umano, L è il numero di lavoratori e E sono gli anni di istruzione; dunque si ottiene $h = H/L = e^{\phi(E)}$; i dati aggiornati per il rendimento medio

¹² La scelta è determinata dalla disponibilità sia per i dati per l'investimento di fonte *Penn World Table* ver. 6.1 che per quelli di fonte Barro e Lee (2000). Un elenco, con i codici utilizzati nelle figure è riportato nel paragrafo A.1 dell'Appendice, assieme ai valori per il prodotto reale per addetto nei valori medi per il periodo 1970-75 e 1990-95.

¹³ Per avere il numero dei lavoratori dai dati di fonte *Penn World Table* ver. 6.1, si è utilizzata l'espressione seguente $RGDPCH*POP/RGDPW$, dove $RGDPCH$ è il prodotto reale pro capite, POP è la popolazione, e $RGDPW$ è prodotto reale per lavoratore.

¹⁴ I dettagli nel paragrafo A.2 dell'Appendice.

¹⁵ Recentemente, l'affidabilità del *dataset* di Barro e Lee (2000) è stata messa in discussione dai lavori di de la Fuente e Domenech (2000) e Serrano (2003), ma tale fonte è stata scelta per i risultati di riferimento allo scopo di facilitare il confronto con gli altri risultati in letteratura.

dell'istruzione sono quelli forniti da Psacharopoulos e Patrinos (2002) e, in particolare, si è deciso di adottare lo schema seguente:

$$\phi(E) = 0,134 \cdot E, \text{ se } E \leq 4$$

$$\phi(E) = 0,134 \cdot 4 + 0,101 \cdot (E - 4), \text{ se } 4 < E \leq 8$$

$$\phi(E) = 0,134 \cdot 4 + 0,101 \cdot 4 + 0,068 \cdot (E - 8), \text{ se } E > 8$$

In sostanza, per ciascun paese il numero medio di anni di istruzione viene 'ponderato' sulla base di una *proxy* del rendimento dell'istruzione, che, come ricorda Caselli (2003), riflette il profilo salariale sul mercato del lavoro nazionale dei vari paesi. Ad esempio, il rendimento di un ulteriore anno di istruzione per gli abitanti dell'Africa Sub-Sahariana (che registra i più bassi livelli di istruzione) è pari a circa il 13,4%. La media mondiale per la stessa variabile è 10,1%, mentre la media per i paesi OCSE è pari al 6,8%.

Come si vedrà nel paragrafo 2.2, la specificazione della variabile di capitale umano è uno degli aspetti più dibattuti nella letteratura empirica che si è occupata di costruire stime di equazioni per modelli di crescita economica.

2.2 Risultati

Prima di passare all'analisi dei risultati dell'applicazione di *development accounting*, è opportuno mettere in evidenza le caratteristiche del divario esistente fra i paesi considerati in termini di prodotto reale pro capite¹⁷.

E' generalmente ritenuto che la distanza economica tra paesi ricchi e paesi poveri sia aumentata durante la seconda metà del secolo scorso in termini di reddito pro capite¹⁸. Tuttavia vi sono anche pareri discordanti [Sala-i-Martin 2002]. Valgono in

¹⁶ Si tratta del medesimo approccio scelto da Hall e Jones (1999) e Caselli (2003), i quali utilizzano i dati forniti da Psacharopoulos (1994) per il rendimento dell'istruzione e i dati di Barro e Lee (1993) per il livello di istruzione.

¹⁷ La questione è, in qualche modo, collegata anche ad una vastissima letteratura, ricca di contributi empirici, che ha esaminato l'ipotesi neoclassica di convergenza del reddito pro capite nel lungo periodo. Anche se i risultati di tali ricerche non hanno risposto in modo soddisfacente all'interrogativo "Quale tipo di convergenza si è verificata?", sembra esistere un certo grado di consenso riguardo al fatto che la distanza nel livello di sviluppo fra i paesi più ricchi e i paesi più poveri è progressivamente aumentata a partire dagli anni '70 (ad esempio si veda UNCTAD, 2003 e Milanovic, 2003).

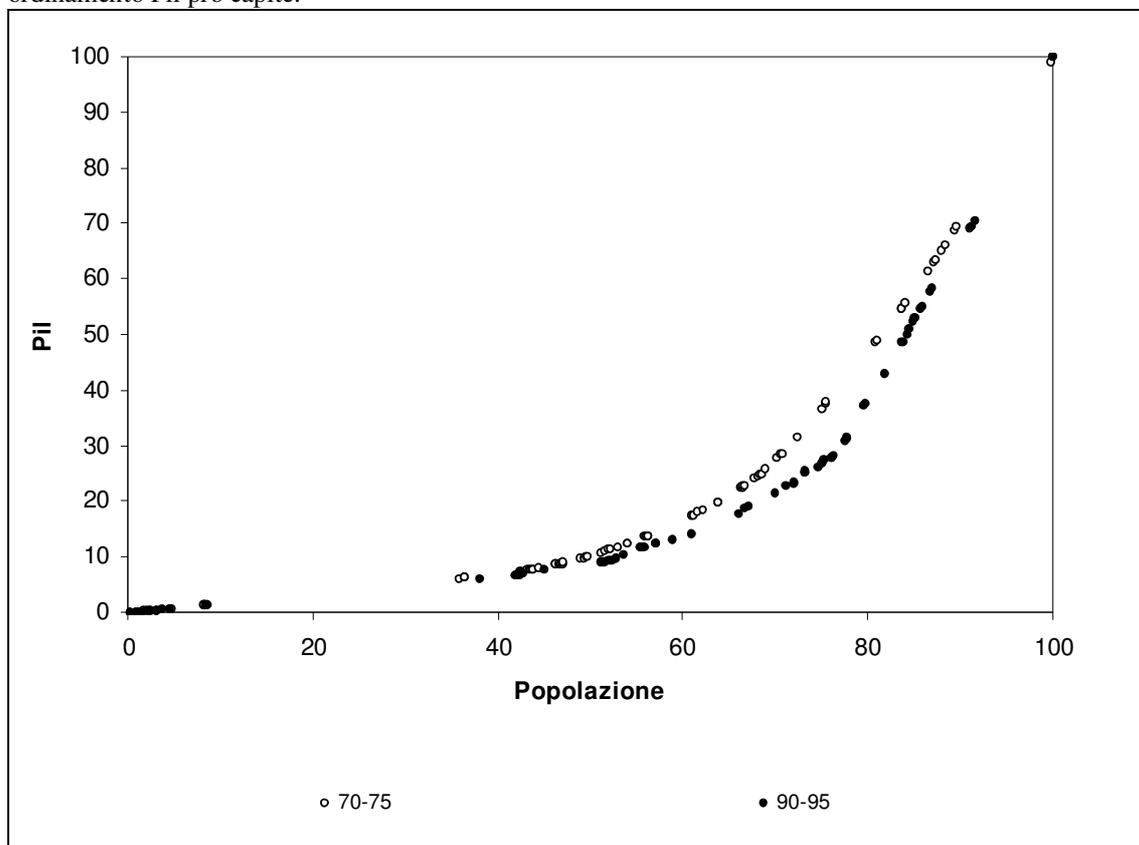
¹⁸ Si veda, per esempio, il Rapporto della Banca Mondiale 2000.

proposito, però, considerazioni critiche¹⁹, che sono confermate anche considerando un campione costante di 78 paesi²⁰ ed un confronto tra livelli del Pil pro capite media 1970-75 e 1990-95.

Sulla base dei dati che si riferiscono al prodotto interno lordo a prezzi costanti a parità di poteri d'acquisto e della popolazione, sono state costruite le “curve di Lorenz” delle quote di prodotto (a livello di paese) e delle quote di popolazione per gli anni Settanta (media 1970-75) e Novanta (media 1990-1995).

Come si può vedere in Figura 1, dagli anni Settanta ai Novanta aumenta la disuguaglianza fra paesi.

Figura 2.1 – Curve di Lorenz della distribuzione del Pil per paesi, campione costante 78 paesi, ordinamento Pil pro capite.



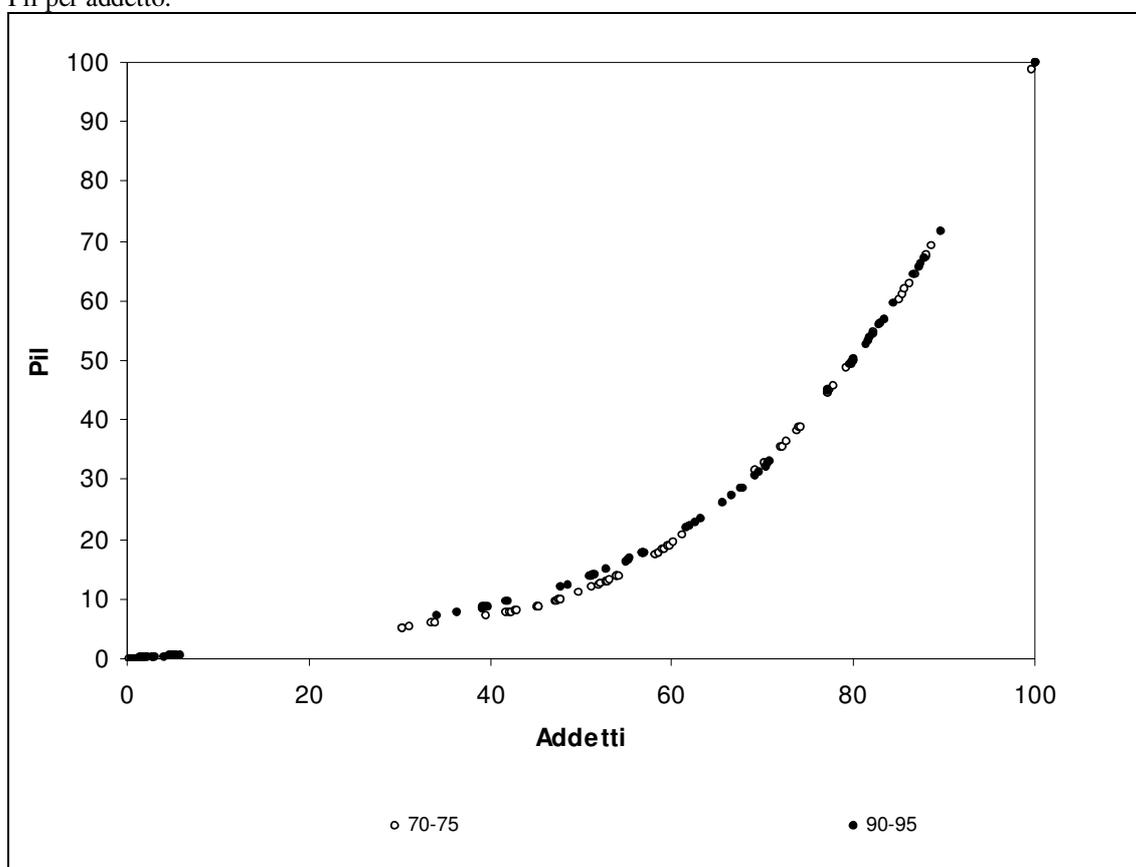
Fonte: Elaborazioni su dati Penn World Table Ver. 6.1 (2002).

¹⁹ Si veda ad esempio Milanovic [2003] e Boggio e Seravalli [2003]. Questi ultimi fanno vedere che, in un campione costante di 101 paesi, la quota del reddito dei paesi più poveri (ordinati per livello di reddito pro capite) che hanno nell'insieme il 60% della popolazione del campione è passata dal 18% (1960) all'11% (2000), mentre la quota del reddito dei paesi più ricchi, che hanno nell'insieme il 10% della popolazione del campione è passata dal 39% (1960) al 43% (2000). La scelta di soglie per la definizione di “paesi poveri” e di “paesi ricchi” non é indifferente. Si potrebbe, per esempio, constatare che le disuguaglianze *non* sono aumentate considerando i paesi poveri in corrispondenza del primo 20% più povero della popolazione e i paesi ricchi in rispondenza dell'ultimo 20%. In tal modo, però, si prenderebbero tra i paesi ricchi anche Messico, Uruguay, Polonia, Cile, Sud Africa, Ungheria, Argentina, Cecoslovacchia, Portogallo, Grecia, oltre ai Nic Asiatici, e ai paesi industrializzati. La disuguaglianza è, comunque, aumenta anche considerando il primo 15% e l'ultimo 15%.

²⁰ Si veda in seguito per la composizione del campione e per i dati.

L'aumento della distanza economica tra paesi calcolata sulla base del Pil pro capite non comporta necessariamente anche l'aumento della distanza calcolata sulla base della produttività (Pil per addetto). In effetti, come si vede nella seguente Figura 2.2, in termini di produttività (grezza) del lavoro, la disuguaglianza non è aumentata, anzi è lievemente diminuita nel caso di paesi a produttività medio-bassa.

Figura 2 – Curve di Lorenz della distribuzione del Pil per paesi, campione costante 78 paesi, ordinamento Pil per addetto.



Fonte: Elaborazioni su dati *Penn World Table* Ver. 6.1 (2002).

Vediamo come l'approccio *development accounting* possa fornire indicazioni utili per la comprensione di tale divario. In Tabella 2.1 sono riportati i risultati di tali elaborazioni ottenute utilizzando i valori medi di y (*prodotto reale per addetto*), k (*capitale fisico per addetto*) e h (*capitale umano per addetto*) per il periodo 1970-75 e 1990-95. Come si è già ricordato in precedenza, l'obiettivo della metodologia di

development accounting è quello di quantificare la percentuale di y che può essere attribuita a k , a h e, infine, alla TFP . In base all'espressione (2) vista in precedenza, ciò corrisponde a calcolare:

$$\frac{\ln y}{\ln y} \% = 100\% = \left(\frac{\alpha \cdot \ln k}{\ln y} \right) \% + \left(\frac{(1-\alpha) \ln h}{\ln y} \right) \% + \left(\frac{(1-\alpha) \ln A}{\ln y} \right) \% \quad (4)$$

Si può osservare (Tabella 2.1, parte A) come nel periodo 1970-75 il contributo della componente legata alla TFP sia vicino al 60% sia per paesi industrializzati (area OCSE) che per gli altri. Inoltre, l'importanza della stessa TFP è indubbiamente superiore nei paesi non OCSE.

Tabella 2.1 Decomposizione 'additiva' del prodotto reale per addetto (in logaritmi): elaborazioni con dati 1970-75 e con dati 1990-95 (valori percentuali – medie semplici).

Area geografica	Contributo % da:		
	$\alpha \cdot \ln k$	$(1-\alpha) \cdot \ln h$	$(1-\alpha) \cdot \ln A$
A. Elaborazioni con dati 1970-75 (medie di periodo)			
OCSE ^a	35,8	5,5	58,7
non OCSE ^b	33,4	3,3	63,3
<i>Tutti i 78 paesi</i>	34,0	4,0	62,0
B. Elaborazioni con dati 1990-95 (medie di periodo)			
OCSE ^a	36,2	6,3	57,5
non OCSE ^b	34,1	4,5	61,4
<i>Tutti i 78 paesi</i>	34,7	5,0	60,3

^a 21 paesi.

^b 57 paesi.

Fonte: Elaborazioni su dati *Penn World Table* Ver. 6.1 (2002), Barro e Lee (2001) e Psacharopoulos e Patrinos (2002).

Nota: Il valore di α è stato fissato pari a 1/3. Il valore di A , cioè la base per le elaborazioni della terza colonna, è stato calcolato come residuo in base all'espressione (4) nel testo.

Il dato medio generale mette in luce la dimensione del problema interpretativo relativo all'approccio neoclassico: l'accumulazione di capitale fisico e capitale umano permette di 'spiegare' poco meno del 40% del livello di prodotto reale per addetto.

Cosa cambia dopo circa vent'anni?

Uno sguardo alle elaborazioni per il periodo 1990-95 (Tabella 2.1, parte B) permette di notare come la situazione non abbia registrato notevoli mutamenti. L'elemento più significativo sembra essere la crescita del contributo relativo alla componente di capitale umano, ma si può osservare come la rilevanza del 'residuo' (in media) non sia scesa al di sotto del 60% per i paesi non OCSE. In altre parole, dagli anni '70 agli anni '90 il ruolo della componente 'residuale' non sembra aver subito modifiche rilevanti nei paesi 'ad alto reddito', mentre per gli altri paesi 'a basso reddito' è rilevabile un incremento della quota relativa all'accumulazione degli inputs (in particolare di capitale umano).

Nel complesso, il quadro offerto dai risultati in Tabella 2.1 sembra coerente con le conclusioni di altri studi, ad esempio Hall e Jones (1999) e Easterly e Levine (2001): la spiegazione del divario fra paesi 'ad alto reddito' e paesi 'a basso reddito' costruita sulla base delle differenze fra paesi nella dotazione relativa di capitale fisico e capitale umano risulta insoddisfacente e parziale. Per riuscire a comprendere una porzione considerevole di tale divario è necessario analizzare altri fattori.

Per approfondire le relazioni fra varianza della *TFP* e differenze *cross-country* del prodotto reale per addetto, in Klenow e Rodriguez-Clare si propone di decomporre della variabilità di $\ln y$ nelle componenti attribuibili alle dotazioni fattoriali e alla *TFP* stessa. L'obiettivo è stabilire se sia ragionevole imputare la maggior parte del differenziale di sviluppo alle differenze nell'accumulazione di fattori, oppure se ciò che 'non è spiegabile' da tale accumulazione (cioè la parte residuale) possa avere un ruolo chiave in tal senso.

La soluzione suggerita da Klenow e Rodriguez-Clare è sintetizzabile nei seguenti passaggi. Sulla base dell'espressione (2) già vista in precedenza:

$$\ln y = \alpha \cdot \ln k + (1 - \alpha) \cdot \ln A + (1 - \alpha) \cdot \ln h$$

e definendo con $y = \ln(Y/L)$, $k = \alpha \ln(k)$, $h = (1 - \alpha) \ln(h)$ e $a = (1 - \alpha) \ln A$, si ha che:

$$\frac{\text{var}(y)}{\text{var}(y)} = \frac{\text{cov}(y, y)}{\text{var}(y)} =$$

$$= \frac{\text{cov}(y, k + h + a)}{\text{var}(y)} = \frac{\text{cov}(y, k)}{\text{var}(y)} + \frac{\text{cov}(y, h)}{\text{var}(y)} + \frac{\text{cov}(y, a)}{\text{var}(y)}$$

per arrivare a:

$$100 = \frac{\text{cov}(y, k)}{\text{var}(y)} \% + \frac{\text{cov}(y, h)}{\text{var}(y)} \% + \frac{\text{cov}(y, a)}{\text{var}(y)} \% \quad (5)$$

In questo modo, come è stato evidenziato anche da Gundlach *et al.* (2002), si può anche ‘suddividere’ la parte di covarianza esistente fra k e a , e fra h e a (generalmente ipotizzata come positiva), in modo eguale su tutte e tre le componenti. Come risultato, si ottiene la quota percentuale del divario nel livello del prodotto reale per addetto *fra paesi* che può essere statisticamente attribuita alle differenze internazionali nella dotazione di fattori e quella che può essere attribuita alla distanza nei livelli della TFP ²¹.

I risultati dello studio dei contributi alla spiegazione della variabilità del prodotto reale per addetto sono illustrati in Tabella 2.2. Innanzitutto, si può notare che, per la spiegazione della variabilità di $\ln(y)$ a livello dei 78 paesi considerati, la quota più elevata è quella corrispondente alla componente del capitale fisico per addetto (cioè $\alpha \ln(k)$).

Si tratta di un valore medio elevato, ma apparentemente in calo: dal 49% nel periodo 1970-75 a meno del 46% nel periodo 1990-95. La quota per il capitale umano è generalmente bassa (intorno al 15%), quindi poco meno del 50% della variabilità nel livello del prodotto reale per addetto viene ad essere attribuito alla componente ‘residuale’, cioè la TFP . Oltre a ciò, è possibile verificare che nel periodo 1990-95 il contributo relativo alla TFP è in media più elevato. In effetti, si passa da oltre 34% al

²¹ Gli stessi autori osservano che tale decomposizione equivale a stimare con tecniche OLS l’equazione $z = c + y$, i cui z assume rispettivamente i valori di k (cioè $\alpha \ln(k)$), h (cioè $(1-\alpha) \ln(h)$) e a (cioè $(1-\alpha) \ln(a)$) e osservare il coefficiente di y (cioè $\ln(y)$). Ciò potrebbe essere interpretabile come una risposta alla domanda: “Quando si registra per un paese il valore del prodotto reale per addetto maggiore dell’1% rispetto alla media, *quanto* ci si può attendere che siano superiori le sue dotazioni fattoriali (di capitale fisico e capitale umano) e la sua TFP rispetto alla media?”.

39%, a fronte di una leggera diminuzione nella quota media relativa alla componente del capitale umano²².

Tabella 2.2 Decomposizione della variabilità *cross country* del prodotto reale per addetto (in logaritmi) nelle componenti legate all'accumulazione di capitale fisico, capitale umano e alla *TFP* (percentuali - medie di periodo).

Area geografica	Cov[ln(y),ln(Z)]/var[ln(y)] %		
	$Z = k^\alpha$	$Z = h^{(1-\alpha)}$	$Z = A^{(1-\alpha)}$
A. Elaborazioni con dati 1970-75 (medie di periodo)			
OCSE ^a	42,0	35,0	23,0
non OCSE ^b	47,8	13,5	38,7
<i>Tutti i 78 paesi</i>	<i>49,0</i>	<i>16,4</i>	<i>34,6</i>
B. Elaborazioni con dati 1990-95 (medie di periodo)			
OCSE ^a	36,5	23,3	40,2
non OCSE ^b	44,1	14,3	41,6
<i>Tutti i 78 paesi</i>	<i>45,7</i>	<i>15,2</i>	<i>39,1</i>

^a 21 paesi.

^b 57 paesi.

Fonte: Elaborazioni su dati *Penn World Table* Ver. 6.1 (2002), Barro e Lee (2001) e Psacharopoulos e Patrinos (2002).

Per ovviare a tali inconvenienti, la soluzione proposta da Caselli è quella di fare riferimento al modello *factors only*, cioè al valore dell'espressione $\ln(y)_{KH} = \alpha \ln(k) + (1-\alpha)\ln(h)$, ipotizzando che tutti i paesi possano godere del medesimo livello di *TFP*.

Quindi, si tratta di utilizzare il seguente rapporto:

$$succ = \frac{\text{var}[\ln(y)_{KH}]}{\text{var}[\ln(y)]} \quad (6)$$

²² Secondo Caselli (2003) la decomposizione proposta da Klenow e Rodriguez-Clare non risulta di facile comprensione, e può essere non direttamente interpretabile se nei dati la correlazione fra la *TFP* e uno dei due fattori è negativa (Ciò renderebbe negativo il contributo del fattore per la spiegazione della varianza di $\ln(y)$). Inoltre, lo stesso Caselli segnala come l'approccio di Klenow e Rodriguez-Clare finisca per

con il quale è possibile valutare, *assumendo che tutti i paesi abbiano uguale livello di efficienza nell'uso dei fattori*, quale sia la frazione di variabilità del (logaritmo del) prodotto per addetto che si può attribuire alle dotazioni fattoriali aggregate. In base ai risultati di Caselli (2003), con un *set* di dati piuttosto simile ma esteso ad un numero superiore di paesi per l'anno 1996, il valore di *succ* è pari a 0,4.

Come si può vedere dal pannello B della Tabella 2.4, per il periodo 1990-95 il risultato ottenuto qui è molto simile, mentre per il periodo 1970-75 il valore è più elevato, pari a 0,48. In altre parole, anche mediante l'approccio di Caselli sembra essere confermato il ruolo rilevante della *TFP* (calcolata come 'residuo') per la spiegazione della variabilità *cross country* del prodotto per addetto. In aggiunta a ciò, le cifre illustrate in Tabella 2.4 mostrano (come già evidenziato dagli indicatori suggeriti da Klenow e Rodriguez-Clare) che dopo un ventennio circa tale rilevanza è aumentata in modo significativo.

Tabella 2.3 Quota percentuale della varianza *cross country* del prodotto reale per addetto (in logaritmi) attribuibile alla dotazione aggregata di capitale fisico e capitale umano (modello *factors only*) (percentuali).

Area geografica	$\text{var}[\ln(y)]$	$\text{var}[\ln(y)_{KH}]$	$succ = \frac{\text{var}[\ln(y)_{KH}]}{\text{var}[\ln(y)]}$
A. Elaborazioni con dati 1970-75 (medie di periodo)			
OCSE ^a	0,054	0,043	0,79
non OCSE ^b	0,666	0,303	0,45
<i>Tutti i 78 paesi</i>	<i>0,896</i>	<i>0,426</i>	<i>0,48</i>
B. Elaborazioni con dati 1990-95 (medie di periodo)			
OCSE ^a	0,022	0,019	0,87
non OCSE ^b	0,870	0,323	0,37
<i>Tutti i 78 paesi</i>	<i>1,078</i>	<i>0,424</i>	<i>0,39</i>

^a 21 paesi.

^b 57 paesi.

Fonte: Elaborazioni su dati *Penn World Table* Ver. 6.1 (2002), Barro e Lee (2001) e Psacharopoulos e Patrinos (2002).

attribuire maggior potere esplicativo ai fattori, nel caso in cui la loro variabilità risulti essere particolarmente correlata a quella della *TFP*.

Un ultimo aspetto interessante dei risultati in Tabella 2.3 riguarda la discrepanza fra ciò che mostrano le stime per i paesi OCSE e quelle per il resto del campione. Per comprendere la dimensione dei *gaps* nel livello di sviluppo all'interno del gruppo dei paesi 'avanzati' (nell'ipotesi che tutti possano godere del medesimo livello di *TPF*) lo studio dei dati relativi all'accumulazione fattoriale si rivela molto importante: si passa da circa il 79% nel periodo 1970-75 al 87% del periodo 1990-95. Evidentemente, le difficoltà dello schema 'accumulazionista' appaiono maggiormente evidenti nel momento di fornire una 'spiegazione' della variabilità nel livello di *Y/L* all'interno dei paesi non OCSE, e, particolarmente, fra essi e il gruppo degli OCSE.

Riassumendo, l'analisi dell'evidenza empirica presentata in questa Sezione è in larga parte coerente con la visione 'di consenso' riguardo al *development accounting*: le differenze nella accumulazione di fattori produttivi non possono fornire una spiegazione soddisfacente per la comprensione delle disparità (crescenti) nel livello di sviluppo fra paesi. Nel paragrafo successivo si procederà a verificare se, e in quale misura, tali conclusioni possano essere 'sensibili' rispetto ai tradizionali problemi di specificazione e di misurazione delle variabili²³.

3. ANALISI DI SENSITIVITÀ E PROBLEMI DI MISURAZIONE

Lo scopo di questa Sezione è valutare il grado di robustezza dei risultati illustrati in precedenza, discutendo in particolar modo la loro potenziale sensitività rispetto a differenti formulazioni e misurazioni delle grandezze considerate. Gli interrogativi affrontati sono i seguenti:

- cosa accade se si utilizzano i dati per il prodotto reale limitati al settore 'manifatturiero' (per i quali, in genere, sono disponibili rilevazioni statistiche più affidabili anche nei paesi a basso reddito)?
- come cambiano i risultati se si utilizza una differente specificazione della variabile di capitale umano?
- qual'è l'effetto di una differente misurazione di *k* ?

²³ Alla luce dei risultati sostanzialmente simili ottenuti con l'approccio di Klenow e Rodriguez-Clare e di Caselli, nella Sezione 2 si presentano solo i risultati relativi al primo metodo. Tutte le altre tabelle che riportano l'esito delle elaborazioni ottenute con gli indicatori di Caselli può essere direttamente richiesto all'autore.

- cosa accade se invece di ipotizzare α pari a 1/3 si cerca di stimare il valore effettivo per i vari paesi?

Nei paragrafi seguenti sono commentati i risultati di questi tentativi, anche se occorre premettere che la significatività dei test alternativi, in più di un caso, è limitata dal fatto che non sono disponibili le informazioni statistiche necessarie per l'intero *set* di paesi considerati²⁴.

3.1 Limiti nella 'misurabilità' del prodotto e stime della TFP: un esercizio basato sui dati per l'industria manifatturiera

All'interno del dibattito "*TFP vs factor accumulation*" non viene sempre affrontata una delle problematiche più rilevanti: i dati di contabilità nazionale (sui quali è basato il dato per il prodotto reale) per settori quali le costruzioni, la maggior parte dei servizi e il settore pubblico non sono basati su misurazioni effettive. Ciò, come è stato ricordato da Griliches (1994), significa che a partire dagli anni '90 la quota di informazioni statistiche per le quali ci sono obiettive difficoltà di misurazione corrisponde sicuramente a più del 50% del PIL totale, in seguito all'evoluzione della struttura produttiva e all'espansione dei servizi. Ad esempio, Griliches (1994) descrive i dettagli del cosiddetto 'computer paradox': il crescente livello della spesa per investimenti in informatica e altre attrezzature per l'elaborazione automatica delle informazioni avrebbe dovuto tradursi in significativi guadagni di produttività, ma ciò non risulta evidente dai dati perché si tratta di investimenti in settori per i quali è difficile misurare l'effettivo contributo in termini di produzione, visto che sono collocati nei servizi. Inoltre, le statistiche non sono sicuramente in grado di tener conto del velocissimo ritmo di innovazione che si traduce in una vita media di ciascun modello inferiore ad un anno o meno.

Alla luce di queste considerazioni, può essere utile procedere con una elaborazione di controllo che possa chiarire se i risultati ottenuti risultano confermati anche nel caso si impieghino i dati relativi al solo settore industriale (o al limite solo manifatturiero), che potrebbero soffrire in misura minore dei suddetti problemi di 'misurabilità'.

Al fine di modificare la variabile y , si è scelto di fare riferimento si è scelto di fare riferimento al *database* della Banca Mondiale *World Development Indicators 2002* per ricavare la percentuale del prodotto interno lordo riferita al macro-settore industria²⁵. Successivamente si è utilizzato il *database* messo a punto presso l'International Labour Office (ILO) denominato LABORSTA per ottenere la quota di forza lavoro attiva nello stesso settore. Ciò quindi ha consentito di ricalcolare il valore di produttività grezza (prodotto reale per addetto) per 69 dei 78 paesi originari, da utilizzare per la decomposizione 'additiva' nelle componenti legate ai fattori produttivi e alla *TFP*.

Brevemente, si nota che per gli anni Settanta il contributo della *TFP* per l'industria è ancor più elevato che nell'aggregato (oltre 63%), e nel passaggio agli anni Novanta tale importanza non si riduce. Ciò deve comunque essere letto anche alla luce del fatto che per molti paesi non OCSE il ventennio è stato caratterizzato da un notevole incremento della produttività grezza, in seguito all'industrializzazione. Tuttavia, il controllo sembra confermare la forte difficoltà che si registra nella spiegazione di tale crescita semplicemente sulla base dell'accumulazione di fattori produttivi.

3.2 Differenze nella qualità dell'istruzione e nel contributo del capitale umano

Nonostante i progressi raggiunti dalle metodologie statistiche per fornire un quadro sempre più accurato e preciso delle caratteristiche del capitale umano, il dibattito relativo alla sua corretta misurazione e specificazione non sembra aver proposto soluzioni generalmente accettate²⁶. In particolare, si può notare come la letteratura empirica, pur trovando un vasto consenso circa i molti aspetti legati all'investimento per accrescere il livello di preparazione dei lavoratori (spesa per istruzione, formazione continua, ecc.), non abbia ancora proposto misure abbastanza convincenti per poter valutare il contributo derivante dalla *qualità* del fattore lavoro.

²⁴ Tutte le tabelle con le elaborazioni possono essere richieste all'autore.

²⁵ Secondo la definizione fornita all'interno della pubblicazione *World Bank-World Development Indicators*, per quota del valore aggiunto del settore manifatturiero sul PIL si intende quella corrispondente alle industrie classificate all'interno delle divisioni 15-37 della classificazione ISIC (International Standard Industry Classification).

²⁶ Le problematiche riguardo all'uso di dati per il capitale umano nelle applicazioni empiriche dei modelli di crescita economica sono analizzate da de la Fuente e Doménech (2000).

Secondo Woessman (2003), nè i tassi di rendimento dell'istruzione specifici per paese nè le misure di livello di apprendimento possono permettere di costruire una buona approssimazione delle capacità cognitive accumulate. La soluzione più indicata sarebbe disporre di 'aggiustamenti' in grado di tener conto delle differenze nella *qualità* del sistema educativo di ciascun paese. Ciò, in linea di principio, può essere ottenuto attraverso l'utilizzo di misure dirette derivate dai risultati di test standard per il raggiungimento di capacità cognitive. Due autorità internazionali si occupano di effettuare tali rilevazioni: International Assessment of Education Progress (IAEP) e International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Woessman (2003), suggerisce di utilizzare i dati di Hanushek e Kimko (2000), secondo i quali è possibile costruire una misura sintetica *standard* per la qualità dell'istruzione, sulla base di 26 tipi di test differenti per 39 paesi.

Dal lavoro di Woessman (2003) sembra emergere che la correzione della variabile di capitale umano in un'applicazione di contabilità della crescita produce risultati notevoli. Il ruolo chiave della TFP nella spiegazione della variabilità *cross-country* si riduce notevolmente, mentre si osserva un incremento rilevante nel ruolo della variabile di capitale umano 'corretta'. Per tener conto di questi risultati si è provato ad adattare i dati (disponibili solo per gli anni '90 e 'attribuiti' a molti paesi in base alle medie regionali per l'indice di qualità) per la variabile proposta da Woessman (2003), replicando le elaborazioni illustrate in Tabella 2.2. Come si è illustrato nel paragrafo 2.1, la specificazione scelta per il capitale umano è data da $H = e^{\phi(E)}L$, dove H è lo stock di capitale umano, L è il numero di lavoratori e E sono gli anni di istruzione; dunque il valore del capitale umano per addetto si ottiene come $h = H/L = e^{\phi(E)}$. La misura è 'aggiustata' per la qualità dell'istruzione diventa la seguente: $h(Q) = e^{rQ}$, dove r è la media mondiale del rendimento dell'istruzione e Q è l'indice specifico per paese della qualità di istruzione, rispetto agli USA. L'indice specifico per ciascun paese della qualità di istruzione è fornito da Hanushek e Kim (1995).

Come cambiano le cose? Sostanzialmente si registra un contributo più elevato per il capitale umano, ma la rilevanza della componente *TFP* resta comunque non marginale.

3.3 La stima dello stock di capitale fisico

Per le elaborazioni della Sezione 1 si è fatto uso di stime dello stock di capitale fisico per addetto, realizzate a partire dai dati sulla spesa aggregata reale per investimenti di ciascun paese e con l'ipotesi che ci sia un deprezzamento a tasso costante e uguale per tutti i paesi.

Evidentemente si possono individuare alcuni aspetti di inadeguatezza legati a tale metodologia. Innanzitutto, l'applicazione del metodo dell'inventario permanente che, secondo alcuni, Secondariamente, non si tiene conto della composizione qualitativa degli investimenti in beni capitali. De Long e Summers (1993) hanno mostrato come esista una relazione positiva e significativa fra l'investimento in macchinari e il tasso di crescita. Infine, ciò che tale misurazione non è in grado di quantificare è l'aumento del *valore* dei servizi offerti dal capitale fisico disponibile; in effetto, l'incremento di tale valore può garantire un maggiore livello del prodotto reale per addetto, visto che con un investimento in migliori equipaggiamenti ed attrezzature gli stessi lavoratori possano essere più produttivi.

Ma come si possono misurare correttamente questi "servizi del capitale"? Jorgenson e Stiroh (2000) suggeriscono due caratteristiche importanti per la valutazione di tali grandezze:

- come si possono considerare tipologie di investimento che hanno una produttività *variabile* nel tempo?
- come si possono aggregare correttamente differenti tipologie di capitale in maniera tale da catturare le specifiche caratteristiche di produttività di ciascun *asset*?

La risposta metodologica a questi due fondamentali problemi è data dall'uso di "costi di utilizzo" (*user costs* o *rental prices*) specifici per ponderare il contributo di ciascun *asset* eterogeneo che compone il totale degli investimenti. Il cambiamento nella composizione dello stock aggregato di capitale fisico verso *assets* con un più elevato prodotto marginale (ad esempio sostituendo attrezzature tradizionali con beni ad alto contenuto tecnologico) è definito da Jorgenson e Stiroh (2000) e da altri con il termine "qualità del capitale"²⁷.

²⁷ Gli stessi autori hanno proposto, per gli Stati Uniti, un esercizio di decomposizione al fine di distinguere gli effetti dovuti alla semplice accumulazione di capitale fisico dagli effetti determinati dalla crescita della 'qualità del capitale'

Per poter tener conto in modo rigoroso di queste indicazioni teoriche esposte sopra sarebbero necessari i dati circa la composizione dello stock del capitale fisico, che sfortunatamente sono disponibili solo per pochi paesi e per un periodo relativamente recente. Quindi si è scelto di procedere ad alcuni test con le informazioni attualmente utilizzabili. In primo luogo, sono state realizzate elaborazioni che fanno uso delle stime per lo stock di capitale fisico aggregato di fonte *Penn World Table*, con la differenza che il periodo più recente è 1985-90, anziché 1990-1995. Per ciò che riguarda la decomposizione del livello di produttività grezza, l'impiego dei dati differenti per il calcolo del contributo di k produce un risultato ancor più 'problematico' per l'approccio neoclassico: l'accumulazione di fattori può spiegare appena il 35% del livello di sviluppo. Viene confermato, oltre a ciò, che il contributo medio della *TFP* sembra essere in lento declino.

Successivamente sono stati impiegati valori differenti per il tasso di deprezzamento del capitale. Nel complesso, anche l'analisi di sensitività relativa alla variabile del capitale fisico non evidenzia particolari problemi di misurazione che potrebbero mettere in discussione i risultati presentati in Sezione 2.

3.4 Cosa cambia utilizzando una stima di α ?

Le elaborazioni della Sezione 1 sono basati su di una formulazione della funzione di produzione Cobb-Douglas nella quale le quote del prodotto nazionale per i due fattori (in sostanza il valore di α) si assumono fisse e uguali per tutti i paesi lungo tutto il periodo. Evidentemente, la scelta di α è rilevante per la determinazione del ruolo dell'accumulazione fattoriale, visto che ad un valore di α maggiore corrisponde un maggior peso per la componente del capitale fisico. Ciò può apparire, come osservano Baier, Dwyer e Tamura (2002), una restrizione 'drammatica', ma limitare lo studio ai soli paesi con statistiche affidabili rende sicuramente l'analisi meno interessante sul piano comparativo. In ogni caso, è importante provare a valutare le conseguenze di tale ipotesi restrittiva sui risultati finali, anche se occorre ammettere che il problema della misurazione delle quote stesse a livello internazionale non è facilmente superabile²⁸.

Come ricorda Gollin (2002), il valore costante nel tempo delle quote fattoriali sul prodotto nazionale è generalmente considerato uno dei 'fatti stilizzati' a partire da

²⁸ Caselli (2003) ammette che "Our knowledge of cross-country patterns in factor shares is also limited."

Kaldor (1961). Tuttavia l'evidenza empirica mostra come le differenze *cross country* siano notevoli e possano generare non pochi problemi interpretativi dal punto di vista dei modelli di crescita. In particolare, sempre Gollin (2002) ricorda come il 'fatto stilizzato' della costanza delle quote fattoriali rappresenti una sorta di 'giustificazione' per l'impiego di forme funzionali che, implicitamente, ipotizzano tale circostanza, ad esempio la Cobb-Douglas. I vari paesi non utilizzano la stessa tecnologia? Oppure i paesi condividono la medesima tecnologia, ma assetti istituzionali differenti possono condizionare il livello delle quote fattoriali?

L'approccio generalmente utilizzato per determinare il valore delle quote fattoriali prevede il ricorso ai dati della contabilità nazionale. Si tratta di stimare la *quota del fattore produttivo lavoro* sul prodotto nazionale in base alla quota della spesa in salari ai dipendenti (cioè il valore classificato come *compensation of employees*, d'ora in avanti *EMP*) sul Pil²⁹. Come sottolineato in Gollin (2002) ciò implicitamente non tiene conto della remunerazione del lavoro per i lavoratori che non risultano "alle dipendenze", cioè gli autonomi ecc. La soluzione possibile per provare a correggere tale imprecisione, che è utilizzata anche da Gollin (2002), è dividere il rapporto *EMP/Pil* per la quota degli addetti "alle dipendenze" sul totale della forza lavoro³⁰. L'ipotesi implicita è che il lavoro degli addetti autonomi venga remunerato allo stesso livello di quello degli addetti "alle dipendenze".

La stima della *quota del fattore produttivo capitale fisico* sul prodotto nazionale è ottenuto come differenza rispetto a 1.

Purtroppo i dati necessari per costruire la nuova stima, differente paese per paese, per α sono disponibili solo per un sottoinsieme del campione: si tratta di solo 30 paesi (rispetto ai 78 originari). In particolare, si tratta in gran parte di paesi "a reddito elevato", quindi i risultati seguenti devono essere interpretati anche alla luce di tale ulteriore approssimazione. Ciò che si nota è che la quota della *TFP* sul livello di y rimane elevata, mentre l'analisi della varianza è di difficile lettura visto che si tratta in larga parte di paesi simili, a reddito elevato.

²⁹ Si tratta dei dati pubblicati nello *Yearbook of National Accounts Statistics* delle Nazioni Unite.

³⁰ Il dato è pubblicato all'interno di *Yearbook of Labour Statistics*, a cura dell'International Labour Office (ILO), vari numeri.

4. CONSIDERAZIONI DI SINTESI E FUTURI APPROFONDIMENTI

In questo lavoro la metodologia di *development accounting* ha permesso di aggiornare l'evidenza empirica relativa all'importanza dell'accumulazione di fattori produttivi e della *TFP* per l'interpretazione delle enormi distanze nel livello del prodotto per addetto fra paesi. Ciò che è emerso è un ruolo di grande rilevanza per il 'residuo di Solow' nella spiegazione del livello del prodotto reale per addetto dei paesi a più basso reddito.

Dall'analisi di sensitività sembrano emergere almeno due aspetti importanti per le future ricerche orientate allo studio delle differenze nei livelli di sviluppo. In primo luogo, il ruolo della *TFP* è risultato ancor più elevato quando si è scelto di utilizzare i dati relativi al settore manifatturiero. Ciò potrebbe segnalare l'esigenza di abbandonare l'ipotesi legata al sistema produttivo aggregato e analizzare le differenze di efficienza a livello settoriale³¹. In secondo luogo, attraverso un miglioramento nella specificazione e nella misurazione della qualità del capitale umano è sicuramente possibile ridurre la porzione di variabilità *cross country* che attualmente viene ad essere imputata al 'residuo'.

Nei passi successivi della ricerca si cercherà di determinare quali sono le caratteristiche dei fattori strutturali per i sistemi economici considerati che possono chiarire il ruolo e la dinamica della componente *TFP* nel ventennio 1970-1990.

³¹ Un primo tentativo interessante è quello fornito da Chanda e Dalgaard (2003).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Abramovitz, M. (1956), "Resource and output trends in the United States since 1870", *American Economic Review*, 2, pp. 5-23.
- Baier, S. L., Dwyer, G. P. e R. Tamura, (2002), "How important are capital and total factor productivity for economic growth?", *Federal Reserve Bank of Atlanta Working Paper*, n. 2a.
- Barro, R. J., (1999), "Notes on growth accounting", *Journal of Economic Growth*, n. 4, pp. 119-137.
- Barro, R. J. e J.W. Lee, (2001), "International data on educational attainment: updates and implications", *Oxford Economic Papers*, v. 53(3), pp. 541-63.
- Boggio, L. e G. Seravalli, (2002), *Lo sviluppo economico. Fatti, teorie, politiche*, Bologna: Il Mulino.
- Bosworth, B. P. e S. M. Collins, (2003), "The empirics of growth: an update", Washington DC: Brookings Institution.
- Caselli, F., (2003), "The missing input: accounting for cross-country income differences", bozza per il Capitolo 8 di P. Aghion e S. Durlauf (a cura di), *Handbook of Economic Growth*, North Holland, Amsterdam, di prossima pubblicazione.
- Chanda, A. e C. J. Dalgaard, (2003), "Dual economies and international total factor productivity differences", mimeo.
- de la Fuente, A. e R. Domenech, (2000), "Human capital in growth regressions: how much difference does data quality make?", *CEPR Discussion Paper*, n. 2466.
- Denison, E. F., (1962), "Sources of growth in the United States and alternatives before us", New York, Committee for Economic Development, Supplement Paper n. 13.
- Easterly, W., M. Kremer, L. Pritchett, e L.H. Summers, (1993) "Good policy or good luck? Country growth performance and temporarys", *Journal of Monetary Economics*, 32(3), pp. 459-483.
- Easterly, W. e R. Levine, (2001), "What have we learned from a decade of empirical research on growth? It's not factor accumulation: stylized facts and growth models", *World Bank Economic Review*, 15, pp. 177-219.
- Gundlach, E., Rudman D. e L. Woessmann, (2002), "Second thoughts on development accounting", *Applied Economics*, 34, pp. 1359-1369.
- Heston, Alan, Robert Summers and Bettina Aten, (2002), *Penn World Table Version 6.1*, Center for International Comparisons, University of Pennsylvania (CICUP).
- Hall, R. E. e Jones, C. I., (1999), "Why do some countries produce so much more output per worker than others?", *Quarterly Journal of Economics*, 114, pp. 83-116.

- Hanushek, E. A. e Kim, D., (2000), "Schooling, labor force quality, and economic growth", *American Economic Review*, 90(5), 1184–1208.
- Hulten, C. H., (2000), "Total factor productivity: a short biography", *NBER Working Paper*, n. 7471.
- Kendrick, (1961), *Productivity trends in the United States*, New York: Princeton University Press for NBER.
- Jorgenson, Dale W. and Kevin J. Stiroh (2000), "Raising the speed limit: U.S. Economic Growth in the Information Age", *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, 125-211.
- King, R. G., e Levine R., (1994), "Capital Fundamentalism, economic development, and economic growth", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, Vol. 40.
- Klenow, P. J. and Rodriguez-Clare, A., (1997), "The neoclassical revival in growth economics: has it gone too far?", *NBER Macroeconomics Annual*, 12, pp. 73-102.
- Mankiw, Romer e Weil (1992), "A contribution to the empirics of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, 107, pp. 407-438.
- Milanovic, B., (2003), "The two faces of globalization: Against Globalization As We Know It", *World Development*, Vol. 31 (4), pp. 667-683.
- Psacharopoulos G. e H. A. Patrinos, (2002), "Returns to investment in education a further update", *World Bank Policy Research Working Paper*, n. 2881.
- Reati, A. (2001), "Total factor productivity-a misleading concept", *BNL Quarterly Review*, 218, pp. 313-332.
- Senhadji, A., (1999), "Sources of economic growth: an extensive growth accounting exercise", *International Monetary Fund Working Paper*, n. 99/77.
- Serrano, L., (2003), "Measurement error in schooling data: the OECD case", *Applied Economics Letters*, Vol. 10 (1), pp. 73–75
- Solow, R., (1956), "A contribution to the theory of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, pp. 65-94.
- Stiroh, K. J., (2001), "What drives productivity growth?", *Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review*, Marzo.
- UNCTAD, (2003), *Trade and development report 2003*, Ginevra.

APPENDICE

A.1 I 78 paesi

Tabella A.1 I paesi considerati, il codice (fornito da *Penn World Table*), prodotto reale per addetto (medie per il periodo 1970-75 e 1990-95) e la popolazione nel 1995 (Valori in Dollari Internazionali 1996 e milioni).

Codice	Paese	Gruppo	PIL reale per add. media 1970-75	PIL reale per add. media 1990-95	Popolaz. 1998 (milioni)
BWA	Botswana	Africa	4728	16883	1,5
CAF	CentrAfrica	Africa	3727	2577	3,4
CMR	Camerun	Africa	3741	4111	13,5
GHA	Ghana	Africa	3464	2507	17,5
KEN	Kenya	Africa	2424	2617	27,9
LSO	Leshoto	Africa	2042	2882	2,0
MLI	Mali	Africa	2390	1600	10,0
MOZ	Mozambico	Africa	3185	1875	16,2
MWI	Malawi	Africa	1169	1439	10,0
NER	Niger	Africa	2327	1839	9,5
SEN	Senegal	Africa	3279	3042	8,6
TGO	Togo	Africa	2750	2789	4,2
UGA	Uganda	Africa	1293	1478	19,7
ZAF	SudAfrica	Africa	19935	22025	39,9
ZMB	Zambia	Africa	3839	2883	9,2
ARG	Argentina	America Latina	25255	23701	35,2
BOL	Bolivia	America Latina	8286	6802	7,6
BRA	Brasile	America Latina	13057	17141	161,5
BRB	Barbados	America Latina	17509	26800	0,3
CHL	Cile	America Latina	15287	18696	14,4
COL	Colombia	America Latina	11553	12795	39,3
CRI	CostaRica	America Latina	14487	13841	3,4
DOM	Rep.Dominicana	America Latina	8573	10504	8,0
ECU	Ecuador	America Latina	9194	12571	11,7
GTM	Guatemala	America Latina	10884	12685	10,2
GUY	Guyana	America Latina	8574	6334	0,8
HND	Honduras	America Latina	6682	6980	5,8
JAM	Giamaica	America Latina	10321	7863	2,5
MEX	Messico	America Latina	20425	21777	92,5
NIC	Nicaragua	America Latina	13595	6415	4,5
PAN	Panama	America Latina	11950	14877	2,7
PER	Peru	America Latina	16703	10144	23,9
PRY	Paraguay	America Latina	9404	14260	5,0
TTO	Trinidad e Tobago	America Latina	20137	24078	1,3
URY	Uruguay	America Latina	15701	19067	3,2
VEN	Venezuela	America Latina	30050	20827	22,3

Fonte: Elaborazioni su dati Penn World Table Ver. 6.1, 2002 e World Bank, World Development Indicators Database, ver. 2002.

(continua) Tabella A.1 I paesi considerati, il codice (fornito da *Penn World Table*), prodotto reale per addetto (medie per il periodo 1970-75 e 1990-95) e la popolazione nel 1995 (Valori in Dollari Internazionali 1996 e milioni).

Codice	Paese	Gruppo	PIL reale per add. media 1970-75	PIL reale per add. media 1990-95	Popolaz. 1995 (milioni)
BGD	Bangladesh	Asia	3252	5402	121,7
FJI	Fiji	Asia	12568	14670	0,8
IDN	Indonesia	Asia	3316	8105	197,2
IND	India	Asia	2660	4447	945,6
IRN	Iran	Asia	18655	14625	59,9
JOR	Giordania	Asia	9285	14978	4,3
MUS	Mauritius	Asia	8529	19438	1,1
MYS	Malesia	Asia	9388	20216	21,1
NPL	Nepal	Asia	1895	2745	21,8
PAK	Pakistan	Asia	3344	6321	125,4
PHL	Filippine	Asia	7129	7647	71,9
PNG	Papua	Asia	6536	7242	4,4
SYR	Siria	Asia	8297	13765	14,5
THA	Tailandia	Asia	3948	10416	60,0
CYP	Cipro	Medio oriente	13046	28983	0,7
ISR	Israele	Medio oriente	27484	37837	5,7
TUR	Turchia	Medio oriente	8761	13580	62,7
HKG	Hong Kong	NICS	13729	40676	6,3
KOR	Corea del Sud	NICS	8857	27042	45,5
SGP	Singapore	NICS	17786	36700	3,7
TWN	Taiwan	NICS	8926	28486	21,4
AUS	Australia	OCSE	35139	42530	18,3
AUT	Austria	OCSE	29177	43174	8,1
BEL	Belgio	OCSE	34812	48248	10,2
CAN	Canada	OCSE	36430	43292	29,7
CHE	Svizzera	OCSE	44416	46011	7,1
DNK	Danimarca	OCSE	33681	40073	5,3
ESP	Spagna	OCSE	29218	38496	39,3
FIN	Finlandia	OCSE	26125	37471	5,1
FRA	Francia	OCSE	31054	43700	59,5
GBR	Regno Unito	OCSE	27533	37106	58,8
GRC	Grecia	OCSE	24758	30801	10,5
IRL	Irlanda	OCSE	20895	38280	3,6
ISL	Islanda	OCSE	28421	37880	0,3
ITA	Italia	OCSE	30696	48393	57,4
JPN	Giappone	OCSE	19906	35952	125,9
NLD	Paesi Bassi	OCSE	38321	45142	15,5
NOR	Norvegia	OCSE	28773	42928	4,4
NZL	NuovaZelanda	OCSE	37115	34698	3,7
PRT	Portogallo	OCSE	18192	28447	9,9
SWE	Svezia	OCSE	32586	38501	8,8
USA	Stati Uniti	OCSE	40406	53782	265,5

Fonte: Elaborazioni su dati Penn World Table Ver. 6.1, 2002 e World Bank, World Development Indicators Database, ver. 2002.

A.2 La metodologia dell'inventario permanente per la stima dello stock di capitale fisico

Per i paesi con i dati disponibili per gli investimenti in beni capitali a partire dal 1950 si è costruito il valore medio del tasso di investimento (la fonte è *Penn World Table* ver. 6.1) a prezzi costanti in dollari internazionali 1996 per gli anni '50 e, successivamente, si è utilizzato il tasso di crescita medio ponderato (la ponderazione, seguendo King e Levine (1994), si ottiene considerando 1/4 per il tasso di crescita del paese e 3/4 per il tasso di crescita mondiale, che è indicato da Easterly, Kremer e Summers, 1993 pari a 0,0423) per approssimare il tasso di crescita di *steady state*. Per Corea del Sud e Hong Kong i dati per l'investimento sono disponibili a partire dal 1960, quindi tutta la procedura è stata spostata nel decennio successivo. Così si può calcolare il valore del rapporto capitale-output di *steady state* per gli anni '50 (e per gli anni '60) per ciascun paese j , applicando la formula seguente:

$$k_j = \frac{i_j}{(\delta + \gamma_{ss})}$$

Per il calcolo dello stock di capitale iniziale si è moltiplicato questo rapporto capitale-output di steady state k_j per un valore stimato dell'output iniziale, $Y_{initial}$. Sempre come indicato da King e Levine (1994), per $Y_{initial}$ si è utilizzato la media dell'output reale tra il 1950 e 1952, per stimare lo stock di capitale iniziale nel 1951. La formula dell'inventario permanente:

$$K_{t+1} = \sum_{j=0}^t \delta \cdot I_{t-j} + (1 - \delta)^t K_0$$

dove I è livello dell'investimento reale³² per l'anno t , ha permesso quindi di arrivare ad una serie storica di stime per gli stocks di capitale per ciascun paese j dal 1951 al 1999.

A.3 Una versione 'alternativa' del modello di base per l'applicazione

Come suggerito da Mankiw, Romer e Weil (1992) e molti altri successivamente, si può riscrivere l'espressione (1) nel testo in modo da ottenere sul lato destro il rapporto K/Y . Ricordando le definizioni $y=Y/L$ e $h=H/L$, con alcuni passaggi algebrici e modificando l'espressione in forma 'intensiva' si arriva alla formulazione seguente:

$$y = \left(\frac{K}{Y} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} hA$$

che, con la consueta ipotesi di $\alpha=1/3$, si può utilizzare la seguente formula che permette il calcolo di A (cioè della *TFP*) come residuo:

$$A = \frac{y}{\left(\frac{K}{Y} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} h}$$

Applicando i logaritmi, si può arrivare ad una forma 'log-additiva' alternativa:

³² In base ai codici *Penn World Table* Ver. 6, il calcolo per ottenere tale dato è il seguente:

$$\ln A = \ln y - \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \cdot \ln\left(\frac{K}{Y}\right) - \ln h \quad (3')$$

mediante la quale si può calcolare, con dati per y , K e h , una stima di A . Perché si dovrebbe utilizzare il rapporto capitale-output invece del rapporto capitale-lavoro nella decomposizione? Secondo Hall e Jones (1999) la ragione è duplice. Primo, su di un sentiero di crescita bilanciata il rapporto capitale-output è proporzionale al tasso di investimento, cosicché la forma della decomposizione ha anche un'interpretazione naturale. Secondariamente, se in un paese si verifica un aumento esogeno della produttività, senza variazioni sul tasso di investimento, si registrerà anche, nel corso del tempo, una crescita del rapporto capitale-lavoro (effetto della produttività maggiore). Aumenti del rapporto Y/L alla luce dell'aumento del rapporto K/L , secondo la tecnica di decomposizione, risulterebbero parzialmente attribuibili all'accumulazione di capitale, e non solo alla *TFP*.

Caselli (2003) ricorda che l'utilizzo dell'espressione caratterizzata dal rapporto capitale-output riduce ulteriormente il potere esplicativo del modello *factors only*, cioè si traduce in una stima 'distorta' verso l'alto per l'importanza relativa della *TFP*. Ciò sembra confermato anche dai valori riportati in Tabella A.2 e A.3: la quota media del prodotto per addetto relativa alla dotazione di capitale fisico non supera il 3,5%, mentre la corrispondente porzione di di varianza è inferiore al 12% nel periodo 1990-95.

RGDPL*POP*KI, dove RGDPL è il prodotto reale pro capite, POP è la popolazione e KI è la quota dell'investimento sul prodotto totale.

Tabella A.2 Decomposizione ‘additiva’ del prodotto reale per addetto (in logaritmi): elaborazioni con dati 1970-75 e con dati 1990-95 calcolati in base all’espressione basata sul rapporto K/Y (valori percentuali – medie semplici).

Area geografica	Contributo % da:		
	$\alpha/(1-\alpha)\cdot\ln(K/Y)$	$(1-\alpha)\cdot\ln h$	$(1-\alpha)\cdot\ln A$
A. Elaborazioni con dati 1970-75 (medie di periodo)			
OCSE ^a	3,8	8,4	87,8
non OCSE ^b	2,6	6,3	91,1
<i>Tutti i 49 paesi con rapporto K/Y maggiore di 1</i>	<i>3,1</i>	<i>7,2</i>	<i>89,7</i>
B. Elaborazioni con dati 1990-95 (medie di periodo)			
OCSE ^a	4,3	9,4	86,3
non OCSE ^b	2,7	8,0	89,3
<i>Tutti i 49 paesi con rapporto K/Y maggiore di 1</i>	<i>3,4</i>	<i>8,6</i>	<i>88,0</i>

^a 21 paesi.

^b 28 paesi.

Fonte: Elaborazioni su dati *Penn World Table* Ver. 6.1 (2002), Barro e Lee (2001) e Psacharopoulos e Patrinos (2002).

Nota: Il valore di α è stato fissato pari a 1/3. Il valore di A , cioè la base per le elaborazioni della terza colonna, è stato calcolato come residuo in base all’espressione (4) nel testo.

Tabella A.3 Decomposizione della variabilità *cross country* del prodotto reale per addetto (in logaritmi) nelle componenti legate all'accumulazione di capitale fisico, capitale umano e alla *TFP* calcolati in base all'espressione basata sul rapporto *K/Y* (percentuali - medie di periodo).

Area geografica	Cov[ln(y),ln(Z)]/var[ln(y)] %		
	$Z = k^\alpha$	$Z = h^{(1-\alpha)}$	$Z = A^{(1-\alpha)}$
A. Elaborazioni con dati 1970-75 (medie di periodo)			
OCSE ^a	8,6	49,7	41,7
non OCSE ^b	4,1	16,8	71,0
<i>Tutti i 49 paesi con rapporto K/Y maggiore di 1</i>	9,7	23,1	67,2
B. Elaborazioni con dati 1990-95 (medie di periodo)			
OCSE ^a	2,3	39,0	58,7
non OCSE ^b	3,8	18,4	77,8
<i>Tutti i 49 paesi con rapporto K/Y maggiore di 1</i>	11,3	19,6	69,1

^a 21 paesi.

^b 28 paesi.

Fonte: Elaborazioni su dati *Penn World Table* Ver. 6.1 (2002), Barro e Lee (2001) e Psacharopoulos e Patrinos (2002).

Nota: Il valore di α è stato fissato pari a 1/3. Il valore di A, cioè la base per le elaborazioni della terza colonna, è stato calcolato come residuo in base all'espressione (4) nel testo.

A.4 Una versione Hicks-neutral del modello per la decomposizione

Partendo dalla funzione di produzione una Cobb-Douglas (che è omogenea di grado 1 e possiede rendimenti costanti di scala), con ipotesi di concorrenza perfetta su tutti i mercati (in modo tale che i prezzi dei fattori siano pari alla loro produttività marginale e valga il teorema di Eulero), si può riscrivere l'espressione già vista nella Sezione 1 in modo da considerare il progresso tecnico A_H come *neutrale à la Hicks*:

$$y = A_H \cdot K^\alpha \cdot H^{(1-\alpha)}$$

Come si è già visto in precedenza, dividendo per il numero degli addetti per ottenere la formula in termini di unità produttive, e ricordando le definizioni delle grandezze, cioè $y=Y/L$, $k=K/L$ e $h=H/L$, si arriva alla seguente:

$$y = k^\alpha h^{(1-\alpha)} A_H$$

A questo punto, come si è già visto nella Sezione 1, applicando i logaritmi, si può ottenere una formulazione ‘log-additiva’ anche nella versione *Hicks neutral*:

$$\ln y = \alpha \cdot \ln k + (1 - \alpha) \cdot \ln h + \ln A_H$$

la quale, con l’ipotesi di $\alpha=1/3$ permette il calcolo di A_H (cioè della *TFP*) come residuo. In simboli:

$$\ln A_H = \ln y - \alpha \cdot \ln k - (1 - \alpha) \cdot \ln h$$

Dato che, come illustrato in Sezione 1, la versione *Harrod neutral* corrisponde alla seguente espressione:

$$\ln A = \frac{1}{1-\alpha} \cdot \ln y - \frac{\alpha}{1-\alpha} \cdot \ln k - \ln h$$

risulta chiaro che il legame (nella formulazione con funzione Cobb-Douglas) fra le due versioni può essere riassunto nel modo seguente:

$$\ln A_H = \ln A \cdot (1 - \alpha)$$

Ovviamente, il contributo della componente ‘residuale’, che deve essere calcolato sulla base della seguente espressione:

$$\frac{\ln y}{\ln y} = 100\% = \left(\frac{\alpha \cdot \ln k}{\ln y} \right) \% + \left(\frac{(1 - \alpha) \cdot \ln h}{\ln y} \right) \% + \left(\frac{\ln A_H}{\ln y} \right) \%$$

viene ad essere lo stesso. In altre parole, ai fini della decomposizione del prodotto reale per addetto, le versioni *Hicks neutral* e *Harrod neutral* sono equivalenti.