



DIPARTIMENTO DI IMPRESA E MANAGEMENT

CATTEDRA DI MACROECONOMIA

**LA CRESCITA ECONOMICA:
TEORIA ED EVIDENZE EMPIRICHE.**

RELATORE:

Prof. Pietro Reichlin

CANDIDATO:

Gabriele Fraboni

Matr. 173411

ANNO ACCADEMICO

2014 / 2015

*A nonna Rosa,
che ho la fortuna di avere accanto
come insostituibile maestra di vita e compagna di risate,
perché è stata la mia prima vera docente di Economia
e resta tuttora la migliore.*

Nella convinzione che avesse ragione, pur consapevole che un eccessivo ottimismo in merito agli eventi lo portò a sottostimare i tempi, non posso non riportare un passo “profetico” del grande Keynes:

“ I draw the conclusion that, assuming no important wars and no important increase in population, the economic problem may be solved, or be at least within sight of solution, within a hundred years. This means that the economic problem is not – if we look into the future – the permanent problem of the human race.”

(John Maynard Keynes, Economic Possibilities for our Grandchildren, 1930).

Un ringraziamento particolare va anche a Martina Mancini e alla disponibilità che da sempre la contraddistingue, perché la sua mente matematica, rigorosa e brillante ed un’amicizia autentica le permettono di fornire un supporto continuo e prezioso ed incoraggiamenti sinceri.

INDICE

INTRODUZIONE	5
I. LA CRESCITA ECONOMICA	5
I.1 La crescita economica e il benessere.....	5
I.2 La crescita economica nella storia.....	5
I.3 Le questioni rilevanti e l'obiettivo della tesi	6
II. IL PIANO DEL LAVORO	7
CAPITOLO 1: LE IPOTESI DELLA TEORIA NEOCLASSICA SULLA FUNZIONE DI PRODUZIONE	9
1.1 La funzione di produzione e l'offerta aggregata.....	9
1.2 Le ipotesi sulla funzione di produzione e sulla produttività dei fattori	9
1.3 La tecnologia. La funzione Cobb - Douglas e i rendimenti di scala costanti	12
1.4 Il teorema di Eulero e la distribuzione del reddito tra i fattori produttivi.....	13
APPENDICE AL CAPITOLO 1	15
A1.1 La produttività dei fattori e la remunerazione reale.....	15
CAPITOLO 2: IL MODELLO DI SOLOW	16
2.1 MODELLO DI SOLOW: ACCUMULAZIONE DI CAPITALE E STATO STAZIONARIO	17
2.1.1 L'offerta e la produzione individuale: la funzione di produzione intensiva	17
2.1.2 La domanda	18
2.1.3 Risparmio e ammortamento: l'accumulazione di capitale.....	19
2.1.4 Lo stato stazionario e la tendenza allo stato stazionario.....	20
2.1.5 Il capitale e il reddito di stato stazionario.....	21
2.1.6 L'effetto temporaneo sulla crescita di un aumento del saggio di risparmio	22
2.1.7 Conclusioni e riscontri fattuali	22
2.2 MODELLO DI SOLOW: CRESCITA DEMOGRAFICA.....	24
2.2.1 La crescita demografica.....	24
2.2.2 La dinamica della dotazione di capitale con crescita demografica.....	24
2.2.3 La crescita e lo stato stazionario in presenza di crescita demografica.....	24
2.2.4 Gli effetti della crescita demografica sul prodotto aggregato.....	26
2.2.5 Considerazioni sulla crescita demografica: Malthus e Kremer	26
2.2.6 Conclusioni e riscontri fattuali	26
2.3 MODELLO DI SOLOW: PROGRESSO TECNOLOGICO.....	28
2.3.1 Il progresso tecnologico labour-augmenting	28
2.3.2 La dinamica della dotazione di capitale con progresso tecnologico.....	29

2.3.3 La crescita e lo stato stazionario in presenza di progresso tecnologico.....	29
2.3.4 Gli effetti del progresso tecnologico sul prodotto per occupato.....	30
2.3.5 Gli effetti del progresso tecnologico sul prodotto aggregato.....	31
2.3.6 Conclusioni.....	31
2.3.7 I risultati principali del modello di Solow tra risposte fornite e temi aperti.....	32
APPENDICE AL CAPITOLO 2.....	34
A2.1 La funzione di produzione in forma intensiva.....	34
A2.2 Dimostrazione analitica della dinamica della dotazione di capitale in presenza di crescita demografica.....	34
A2.3 Dimostrazione analitica della dinamica della dotazione di capitale in presenza di crescita demografica e di progresso tecnologico.....	35
CAPITOLO 3: LE DIFFERENZE NEI LIVELLI DI REDDITO. PERCHE' ALCUNI PAESI SONO PIU' RICCHI DI ALTRI?.....	37
3.1 IL TEST SUL MODELLO DI SOLOW.....	38
3.1.1 Le implicazioni del modello di Solow e il test statistico.....	38
3.1.2 Le stime di Mankiw, Romer e Weil.....	39
3.1.3 Conclusioni.....	40
3.2 IL MODELLO DI SOLOW AUMENTATO CON CAPITALE UMANO.....	41
3.2.1 Il capitale umano: il modello aumentato.....	41
3.2.2 La regressione del modello aumentato.....	42
3.2.3 La funzione di produzione che emerge dal test.....	44
3.2.4 Conclusioni.....	44
3.3 IL RESIDUO DI SOLOW.....	45
3.3.1 Il residuo di Solow e l'approccio contabile. Il ruolo del capitale umano.....	45
3.3.2 Il residuo di Solow: una verifica empirica (Hall e Jones, 1999).....	47
3.3.3 I risultati dello studio di Hall e Jones.....	48
3.4 IL FATTORE DI PRODUTTIVITA' GENERALE.....	49
3.4.1 Il ruolo della produttività.....	49
3.4.2 Hall e Jones: <i>social infrastructure</i>	49
3.4.3 Il fattore istituzionale.....	51
3.4.4 Il fattore geografico.....	52
3.4.5 L'adozione del progresso tecnologico.....	54
3.4.6 Conclusioni sulle differenze di reddito.....	55
APPENDICE AL CAPITOLO 3.....	57
A3.1 I risultati statistici di Mankiw et al. [1992].....	57
A3.2 I risultati di Hall e Jones [1999].....	59

CAPITOLO 4: LA CONVERGENZA	62
4.1 LA CONVERGENZA NEL MODELLO DI SOLOW	63
4.1.1 La convergenza nei livelli di reddito e nei tassi di crescita. La divergenza.....	63
4.1.2 Le implicazioni del modello di Solow sulla convergenza	63
4.1.3 Progresso tecnologico e produttività: considerazioni ulteriori	65
4.2 LE EVIDENZE EMPIRICHE: IL TEST DI CONVERGENZA.....	68
4.2.1 I test di convergenza	68
4.2.2 Il test di convergenza di Mankiw et al. [1992]	68
4.2.3 I risultati del test di convergenza: evidenze a favore della convergenza condizionata.....	69
4.2.4 La stima della velocità di convergenza.....	70
4.2.5 Il parametro di produttività A_0 nel test di convergenza	71
4.3 LA PRODUTTIVITA' E I FLUSSI DI CAPITALE	73
4.3.1 Le differenze di produttività	73
4.3.2 Critica ed evidenze a favore della previsione del modello sul rendimento del capitale	74
4.3.3 Il mancato flusso dei capitali secondo Lucas	75
4.4 CONCLUSIONI SULLA CONVERGENZA	77
4.4.1 Previsioni teoriche ed evidenze empiriche in merito alla convergenza.....	77
4.4.2 Considerazioni finali sui processi di convergenza.....	78
APPENDICE AL CAPITOLO 4.....	79
A4.1 I risultati del test di convergenza di Mankiw et al. [1992]	79
CAPITOLO 5: LA CRESCITA NEL TEMPO	82
5.1 LA CRESCITA DI LUNGO PERIODO SECONDO SOLOW	83
5.1.1 La previsione del modello di Solow sulla crescita di lungo periodo	83
5.1.2 La critica al modello neoclassico.....	83
5.2 LA CRESCITA ENDOGENA: I MODELLI AK	84
5.2.1 Le teorie della crescita endogena.....	84
5.2.2 <i>Learning by doing</i>	84
5.2.3 Il modello Harrod – Domar	85
5.2.4 Il modello di Frankel	86
5.2.5 Conclusioni: la crescita di lungo periodo nei modelli AK. Confronto con il modello neoclassico	88
5.3 IL MODELLO DI ROMER	90
5.3.1 Tipologie di beni: rivalità ed escludibilità.....	90
5.3.2 Il progresso tecnologico da Solow a Romer	90
5.3.3 Il modello di Romer e l'economia multisettoriale	91
5.3.4 La crescita bilanciata di lungo periodo nel modello di Romer	93

5.3.5 L'interpretazione e i temi del modello di Romer.....	94
5.3.6 Il progresso di Romer e la distruzione creatrice di Schumpeter	96
APPENDICE AL CAPITOLO 5.....	97
A5.1 Funzione di produzione A	97
A5.2 Il modello di Romer: le dinamiche economiche nei settori	98
A5.3 Il modello di Romer: la derivazione del tasso di crescita nella fase di crescita bilanciata	99
CAPITOLO 6: CONCLUSIONI.....	103
6.1 Breve resoconto dei risultati principali.....	103
6.2 La rivoluzione industriale, la crescita economica e la convergenza nel dopoguerra: i paesi ricchi	105
6.3 Processi di convergenza riusciti e falliti, cause della ricchezza e della povertà nel mondo	106
6.4 Brevemente sul commercio internazionale: la teoria e i dati.....	108
6.5 Considerazioni finali	109
ELENCO DELLE FORMULE E DELLE ESPRESSIONI UTILIZZATE	111
BIBLIOGRAFIA E OPERE CITATE	115

INTRODUZIONE

I. LA CRESCITA ECONOMICA

Questo lavoro di tesi è incentrato sul tema cardine che impegna l'analisi macroeconomica nel lungo e nel lunghissimo periodo: la crescita economica e le sue determinanti. L'argomento rivela una rilevanza e una portata tali da riuscire a relegare in secondo piano molte, se non tutte, le altre tematiche indagate dalla macroeconomia. Parlando di crescita economica è bene iniziare col precisare due questioni che la riguardano, che ne spiegano la centralità nella ricerca economica e ne motivano il più largo interesse.

I.1 La crescita economica e il benessere

Innanzitutto, per crescita economica si intende l'incremento (generalmente misurato in percentuale e su base annuale) dei volumi di produzione dei beni e di capacità di erogazione dei servizi in un sistema economico. Muovendo da tale definizione, si arriva a considerare la crescita economica come una delle approssimazioni più attendibili del miglioramento del livello di benessere raggiunto da un contesto economico e più in generale del livello di sviluppo di una società. È chiaramente discutibile la piena corrispondenza tra la crescita della quantità di beni e servizi a disposizione dell'umanità e il miglioramento delle effettive condizioni di benessere della stessa¹. D'altra parte, pur comprendendo tale limite, è impossibile non accettare che il progresso materiale si ripercuota in qualche modo e piuttosto direttamente sul tenore di vita generale. La misura del livello di attività di un contesto economico, il PIL², è quindi considerato una determinante fondamentale del tenore di vita. Ciò dovrebbe apparire sufficiente a giustificare l'interesse intorno al tema della crescita del prodotto aggregato (e conseguentemente del reddito³) e la sua sopracitata rilevanza.

I.2 La crescita economica nella storia

Una seconda considerazione preliminare riguarda la dinamica della crescita economica nel corso della storia e l'assegnazione alle rivoluzioni industriali di un vero e proprio ruolo da spartiacque. Infatti, almeno fino al diciassettesimo secolo si può parlare quasi solo di fluttuazioni economiche. Picchi e crolli, dovuti principalmente a eventi sporadici e puntuali (variazioni demografiche in eccesso e in difetto non permanenti o scoperte geografiche), si alternavano sistematicamente producendo fluttuazioni positive e negative che nel lungo termine finivano per compensarsi e tradursi in un tenore di vita pressoché invariato

¹ Volendo ampliare il raggio d'azione del benessere di una società alle più vaste considerazioni di ordine sociale, ambientale, culturale e umano, la sola misura del benessere materiale non risulterebbe sufficiente. E d'altra parte, basti al riguardo osservare l'ampio dibattito e la critica sviluppatasi intorno all'utilizzo del PIL come parametro di riferimento delle condizioni di prosperità (si veda Amartya Sen su tutti o l'utilizzo di indici diversi come il coefficiente di Gini) e alle proposte circa i correttivi da apportare ad esso; oltre che alle posizioni di economisti come Serge Latouche, in favore di una decrescita sostenibile.

² Il PIL (Prodotto Interno Lordo) è definito come il valore a prezzi di mercato correnti di tutti i beni e servizi prodotti in un intervallo di tempo, convenzionalmente annuale, in un determinato ambiente economico, al lordo degli ammortamenti subiti dai fattori produttivi.

³ Si ricorda, una volta per tutte, che il PIL è interpretabile simultaneamente come produzione aggregata, spesa totale e reddito complessivo, nell'arco temporale di riferimento. Nel corso della trattazione, pertanto, si useranno indistintamente i termini prodotto e reddito.

nel tempo (e soprattutto imparagonabile a quello di oggi). Maddison [2001]⁴ stima che dall'anno zero all'anno 1000 il reddito pro-capite a livello globale sia praticamente invariato e che un aumento del 50% si sia verificato solo nei successivi 800 anni.

In seguito alla prima rivoluzione industriale e molto più significativamente dalla seconda, tuttavia, è possibile riscontrare un'unica direttrice positiva, seppure accidentata e talvolta colpita da recessioni anche feroci⁵, nello sviluppo economico, che porta la crescita ad imporsi come caratteristica costante fino ai giorni nostri (almeno per le economie occidentali). Sempre Maddison [2001], infatti, rileva tassi di crescita crescenti dal diciannovesimo secolo in poi, con picchi fino al 3% annuo nel periodo post-seconda guerra mondiale e fino alla prima crisi petrolifera. E d'altra parte è decisamente notevole e immediatamente percepibile la differenza nella qualità della vita tra le ultime generazioni.

Sebbene, data la dinamica esposta, la crescita economica non può dirsi intrinsecamente legata al solo passare del tempo, tuttavia oggi appare, all'occhio dell'occidentale, quasi incessante, inesorabile e caratteristica nell'età contemporanea. Essa deve allora dipendere da alcune variabili specifiche che si sono imposte nella storia più recente.

1.3 Le questioni rilevanti e l'obiettivo della tesi

Ciò apre questioni di notevole impatto: perché a un certo punto della storia il mondo esce da una lunghissima fase di stallo economico e si proietta verso un'inedita fase di crescita e costante progresso materiale? Inoltre, partendo dalla consapevolezza che la crescita economica non si è configurata come una necessità storica, questo processo è destinato a durare?

Altrettanto importante è la questione aperta sul tema delle differenze, in alcuni casi persino siderali, nei livelli di attività economica raggiunti da paesi diversi. Perché le economie occidentali riescono a garantire un livello di reddito pro – capite con ordini di grandezza che superano di 50 volte quelli presenti nelle più arretrate economie africane⁶?

Inoltre, spostando l'analisi in prospettiva, si apre il dibattito sulla convergenza. Alcuni paesi si sono dimostrati incapaci di recuperare il gap verso i paesi più ricchi, che invece è andato progressivamente aumentando (si pensi ai paesi africani per l'appunto). Altri paesi, invece, hanno sperimentato performance di crescita impressionanti nell'ultima metà di secolo e sono riusciti a portarsi su livelli di reddito in linea con i paesi occidentali (si pensi alle tigri asiatiche). Ancora, si pensi ai tassi di crescita attuali della potenza cinese, imparagonabili con quelli più blandi che oggi caratterizzano le economie europee⁷. La disparità tra i paesi è

⁴ Angus Maddison (1926 – 2010), fu un economista britannico, particolarmente operoso e fra i maggiori studiosi nel campo della storia economica.

⁵ Come non ricordare, su tutte, le due grandi depressioni: quella tra il 1873 e il 1895 e quella scaturita dal crollo di Wall Street nel 1929 (e, perché no, anche la più recente recessione innescata dalla crisi finanziaria del 2007-2008).

⁶ Praticamente tutte le statistiche di comparazione dei dati di contabilità nazionale concordano nell'assegnare agli Stati Uniti d'America un reddito pro – capite superiore ai 50.000 dollari mentre in alcuni paesi africani, come il Mozambico, si superano a stento i 1.000 dollari internazionali (calcolati secondo la parità del potere d'acquisto).

⁷ Le appendici statistiche del World Economic Outlook per il 2015 del Fondo Monetario Internazionale forniscono tassi di crescita medi dell'eurozona di poco superiori al 2% per il decennio 1997-2006. Nello stesso periodo la Cina è cresciuta a tassi annui superiori al 9%. In seguito la crescita dell'Eurozona è ulteriormente rallentata e l'economia europea è persino precipitata in recessione. In Cina, invece, la crescita è proseguita a tassi compresi tra il 9% e il 10%, per assestarsi negli anni più recenti sopra il 7%.

destinata a perdurare o a ridursi progressivamente fino ad annullarsi? Quali paesi possono sperare di colmare questa distanza e quali invece sono probabilmente destinati a restare indietro? Per quali motivi?

La presente trattazione si propone di effettuare una rassegna dei tentativi di individuazione dei fattori che determinano la crescita economica e del meccanismo che la regola.

II. IL PIANO DEL LAVORO

Il lavoro viene organizzato secondo la seguente struttura gerarchica: capitoli (contraddistinti da una cifra), sezioni (contraddistinte da due cifre) e paragrafi (contraddistinti da tre cifre)⁸. I capitoli sono introdotti da una breve sintesi degli argomenti che vi sono contenuti e vengono integrati da appendici alla fine degli stessi, a fini di approfondimento o di illustrazione di dissertazioni analitiche. Il lavoro è corredato e concluso da una raccolta delle formule che sono state utilizzate nella trattazione e dalla consueta appendice bibliografica.

La parte iniziale della tesi è dedicata all'esposizione del framework di riferimento per la teoria della crescita: il modello di Solow. La parte successiva del lavoro parte dai risultati e dai temi delineati dal modello e lo sottopone alla verifica empirica e alla critica teorica, avvalendosi di alcune delle ricerche principali sull'argomento. In particolare tale parte successiva è strutturata sulla base delle seguenti domande:

- Perché alcuni paesi sono più ricchi di altri?
- I paesi poveri sono destinati a raggiungere i paesi ricchi?
- La crescita è un fenomeno persistente? E cosa la determina nel lunghissimo periodo?

II.1 Capitolo 1. Le ipotesi sulla funzione di produzione della teoria neoclassica

Preliminarmente, si introducono le caratteristiche della funzione di produzione ipotizzate dai modelli neoclassici: in tal modo si illustra come viene determinata l'offerta nel lungo periodo, dal momento che nel seguito della trattazione si considererà proprio tale funzione. Si sfrutta, inoltre, tale capitolo iniziale per introdurre la notazione che verrà utilizzata lungo tutto il lavoro.

II.2 Capitolo 2. Il modello di Solow

La seconda parte consiste nella presentazione del framework di riferimento per la teoria della crescita economica nel lungo periodo, ossia l'omonimo modello dell'economista Robert Solow (in seguito anche conosciuto come modello neoclassico). Tale modello, partendo da una semplice economia chiusa, afferma dapprima il ruolo del risparmio (e conseguentemente dell'accumulo di capitale) e dell'incremento demografico come le determinanti per il raggiungimento di uno specifico livello di reddito pro – capite stazionario; in seguito affida al progresso tecnologico la determinazione del tasso di crescita del reddito nel lungo periodo.

II.3 Capitolo 3. Le differenze nei livelli di reddito: perché alcuni paesi sono più ricchi di altri?

La domanda che fa da sfondo al terzo capitolo è: perché alcuni paesi sono più ricchi di altri?

⁸ Eccezion fatta per il primo e per il sesto capitolo, privi di sezioni e composti da paragrafi indicati da due cifre.

In particolare ci si chiede se il modello produttivo neoclassico e le variabili individuate dal modello di Solow siano sufficienti per spiegare le differenze di reddito che si osservano tra i paesi. Le ricerche di Mankiw, Romer e Weil sull'argomento evidenziano che un modello aumentato (nel quale viene considerato un fattore ulteriore, il capitale umano) riesce a spiegare gran parte delle differenze tra i paesi. Tuttavia, già Solow si era accorto che le differenze di reddito non potevano essere interamente spiegate sulla base di differenti dotazioni dei fattori produttivi standard, evidenziando la presenza del cosiddetto "residuo di Solow". Inoltre, il modello aumentato riesce solo a ridurre il residuo, ma non lo elimina: la parte di differenza non spiegabile viene quindi attribuita ad un non meglio specificato fattore di produttività.

Lavori successivi hanno confermato la rilevanza del residuo e tentato di capire quali variabili possano costituire questo fattore di produttività: Hall e Jones suggeriscono di considerare una complessa variabile socio-istituzionale, la cosiddetta *social infrastructure*, Acemoglu e Johnson approfondiscono il tema delle differenze istituzionali, Sachs riporta in auge l'importanza dei fattori geografici e Parente e Prescott aggiungono alla questione la capacità di adozione delle nuove tecnologie.

II. 4 Capitolo 4. La convergenza

Il quarto capitolo è incentrato sul tema della convergenza. I paesi poveri sono destinati a colmare il gap nei confronti dei paesi ricchi? Il modello di Solow presenta delle implicazioni notevoli al riguardo, prevedendo una convergenza condizionata nei livelli di reddito e assoluta nei tassi di crescita. I risultati ottenuti da Mankiw, Romer e Weil sembrano confortare tali previsioni: la convergenza avverrebbe solo tra i paesi le cui economie condividono le stesse condizioni strutturali.

D'altra parte però il modello di Solow prevede larghe differenze nelle produttività marginali del capitale di stato stazionario, il che dovrebbe consentire ai paesi poveri di beneficiare di flussi di capitale in entrata, in virtù dei maggiori rendimenti. Dal momento che nella realtà questo flusso non si verifica, si passa a considerare le possibili spiegazioni del fenomeno (di Mankiw, Romer e Weil e di Lucas, in particolare).

II. 5 Capitolo 5. La crescita nel tempo

Nel quinto capitolo si tenta di comprendere se la crescita economica sia un fenomeno destinato a proseguire indefinitamente nel tempo e quali variabili possano guidarla. Il modello di Solow propende per una crescita potenzialmente illimitata nel tempo ma la affida, nel lungo periodo, al progresso tecnologico, un fattore che viene preso come esogeno. Pertanto, il modello è esposto ad una severa critica al riguardo e viene presentato il filone dei modelli di crescita endogena, in cui i meccanismi che determinano la crescita di lungo periodo sono interni alla struttura economica e quindi interamente determinati da essa. Si analizzano in particolare i modelli AK (Harrod – Domar, Frankel) e il modello di crescita endogena proposto da Romer.

II. 6 Capitolo 6. Conclusioni

Il sesto capitolo è dedicato alle conclusioni. Si espongono i risultati principali, teorici ed empirici, sull'argomento della crescita, sottolineando quali fenomeni si è in grado di spiegare allo stato attuale.

CAPITOLO 1: LE IPOTESI DELLA TEORIA NEOCLASSICA

SULLA FUNZIONE DI PRODUZIONE

Un primo e fondamentale tassello nella teoria della crescita è il modello elaborato e presentato da Robert Solow nel 1956 e in seguito conosciuto anche come “modello di Solow - Swan” o “modello neoclassico”. L’ultima denominazione lo inserisce all’interno della vasta teoria neoclassica e, in effetti, tale modello ne riprende le ipotesi come punto di partenza. D’altra parte, le notazioni che stanno per essere introdotte e molte delle ipotesi che costituiscono la base dei modelli neoclassici, torneranno utili e verranno riprese lungo tutto il lavoro. È dunque rilevante, in sede preliminare, introdurre questo framework di riferimento.

1.1 La funzione di produzione e l’offerta aggregata

L’economia neoclassica assume che nel lungo periodo l’offerta aggregata dipenda esclusivamente dalla struttura produttiva dell’economia, individuabile a partire dalla sua funzione di produzione. Il reddito di lungo periodo, dunque, è determinato dalla funzione di offerta dell’economia. La funzione di produzione indica il meccanismo attraverso il quale le risorse a disposizione vengono trasformate in beni e servizi finali. Gli argomenti essenziali della funzione di produzione sono due: la quantità di capitale e la platea di forza lavoro disponibili nel sistema economico.

Ulteriore assunzione è che nel lungo periodo entrambi i fattori di produzione (capitale e lavoro) siano impiegati interamente e in maniera efficiente, di modo che il potenziale produttivo dell’economia dato dall’ottimale utilizzo delle risorse totali corrisponda esattamente all’output effettivamente prodotto nel sistema. Il processo di produzione può allora essere descritto da una generica funzione di produzione F che comprende due variabili indipendenti:

$$[1] Y = F(K,L)$$

dove, secondo notazioni ampiamente utilizzate, Y sta ad indicare la produzione aggregata di beni e servizi, K lo stock di capitale a disposizione dell’economia e L l’offerta totale di lavoro nel sistema in pieno impiego.

Si noti che il meccanismo secondo cui un dato sistema economico è in grado di trasformare i propri input in output (che poi non è altro che il modo in cui vengono sfruttate le risorse) è catturato dalla forma funzionale della funzione di produzione e quindi incorporato in F . Questo elemento, che determina la produttività totale, non va trascurato poiché è in grado di implicare diverse produttività a parità di input impiegati e, come si vedrà in seguito, consente di spiegare larghe differenze produttive tra i paesi.

1.2 Le ipotesi sulla funzione di produzione e sulla produttività dei fattori

La teoria neoclassica aggiunge ulteriori ipotesi circa il comportamento e le caratteristiche dei fattori che concorrono alla produzione. In particolare si assumono le seguenti quattro ipotesi:

1. $F'(K) = PMK > 0$; $F'(L) = PML > 0$
2. $F''(K) = PMK' < 0$; $F''(L) = PML' < 0$

$$3. \lim_{K \rightarrow \infty} F'(K) = 0$$

$$\lim_{L \rightarrow \infty} F'(L) = 0$$

$$4. \lim_{K \rightarrow 0} F'(K) = \infty$$

$$\lim_{L \rightarrow 0} F'(L) = \infty$$

La prima condizione indica che le derivate parziali delle due variabili indipendenti⁹ siano strettamente positive. Ossia, che la produttività marginale di ogni singolo fattore sia positiva. La produttività marginale è definita come la quantità di prodotto aggiuntivo che viene generato in seguito ad un aumento unitario nell'utilizzo di un fattore. Conseguentemente, tale ipotesi implica che aumentando le risorse impiegate nel sistema produttivo, la produzione aggregata totale cresca. E questo avviene qualsiasi sia il livello di risorse impiegate in precedenza.

Graficamente questa situazione si traduce in una funzione di produzione sempre crescente. Tuttavia una funzione di produzione costantemente crescente può assumere tre diverse tipologie di andamento: lineare, concavo, convesso. I grafici sottostanti rappresentano queste tre possibilità di crescita¹⁰. In tutti e tre i casi, l'utilizzo di una quantità nulla di un fattore rende nullo il prodotto aggregato: ciò significa che ogni fattore necessita almeno di una quantità minima dell'altro per produrre output.

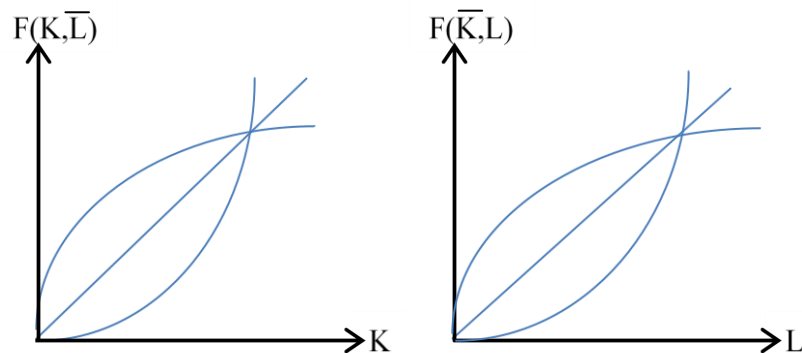


Figura 1: rappresentazione grafica del prodotto aggregato in funzione del fattore capitale (sotto un dato livello di lavoro) e in funzione del fattore lavoro (sotto un dato livello di capitale). Se la funzione di produzione è crescente in K, L sono possibili tre andamenti: lineare, concavo e convesso.

Il segno delle derivate parziali seconde cattura il modo in cui la funzione di produzione cresce e la seconda assunzione le ipotizza negative. La forma concava viene quindi individuata come l'andamento più plausibile per la funzione di produzione aggregata. Ciò equivale ad ipotizzare che ogni singolo fattore di produzione abbia produttività marginale decrescente. Ossia, man mano che si aumenta la quantità di un certo fattore, a parità dell'altro, il prodotto aggiuntivo apportato dall'ultimo fattore impiegato sarà inferiore a quello apportato dal precedente fattore impiegato.

⁹ Di qui in seguito si utilizzeranno, indistintamente, le notazioni $F'(K)$ o PMK per indicare la derivata prima della funzione di produzione rispetto alla variabile indipendente capitale, ossia la produttività marginale dello stesso (e analogamente per la variabile lavoro).

¹⁰ Si noti che, essendo la funzione di produzione definita su due variabili indipendenti, la rappresentazione grafica su due dimensioni consente di rappresentare solo una variabile per volta, ipotizzando fisso il valore della variabile complementare.

Inoltre, introducendo le cosiddette “*Inada conditions*”, si specifica ulteriormente il comportamento della produttività marginale dei singoli fattori quando il loro utilizzo tende a livelli estremamente alti o estremamente bassi. Se l’utilizzo di un fattore è talmente scarso da poter essere considerato prossimo allo zero, la sua produttività marginale tenderà ad infinito (terza ipotesi). Viceversa, se vi è già un enorme sfruttamento di un certo fattore, a lungo andare la sua produttività marginale sarà prossima allo zero (quarta ipotesi). I grafici seguenti riportano l’andamento ipotizzato delle funzioni di produttività marginali dei singoli fattori.

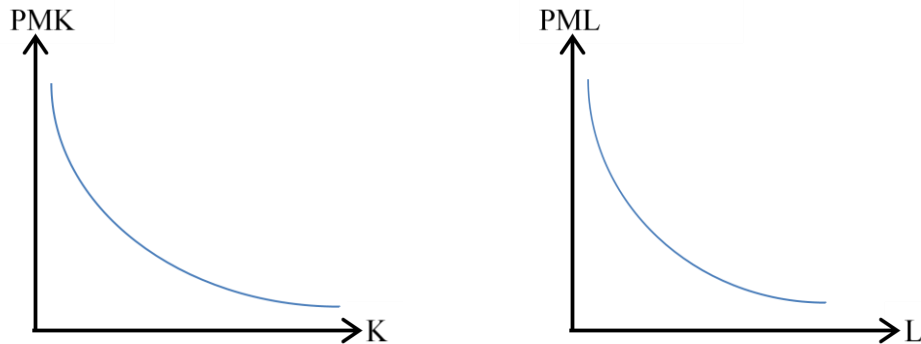


Figura 2: rappresentazione grafica delle funzioni di produttività marginale del capitale (sotto un dato livello di lavoro) e del lavoro (sotto un dato livello di capitale) coerenti con le ipotesi presentate e le condizioni di Inada.

Si ricordi che ogni grafico sottintende un dato livello di utilizzo dell’altro input. Se viene aumentato o diminuito l’utilizzo del fattore complementare, la funzione della produttività marginale traslerà rispettivamente verso l’alto o verso il basso, poiché a parità di fattore utilizzato, ora quel fattore avrà a disposizione un quantitativo maggiore o minore dell’altro e sarà dunque più o meno produttivo. Tale comportamento si rifletterebbe esattamente allo stesso modo in un grafico che mettesse in evidenza il fattore lavoro al variare della quantità del capitale a disposizione.

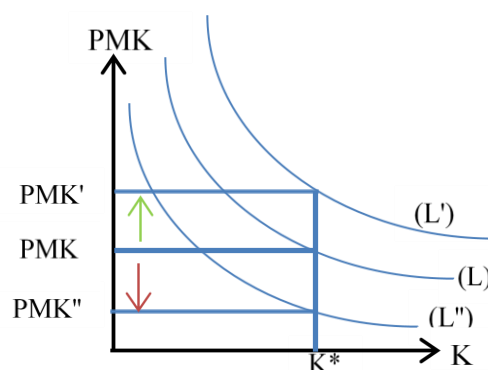


Figura 3: rappresentazione grafica della traslazione della curva di produttività marginale. Per un dato livello di capitale K^* , quando il numero di lavoratori aumenta (passando da L a L') il prodotto marginale del capitale cresce a PMK' , viceversa quando il numero di lavoratori diminuisce (passando da L a L'') il prodotto marginale del capitale decresce a PMK'' . Variazioni analoghe avverrebbero nel caso del prodotto marginale del lavoro.

E si riflette ugualmente anche nel caso della funzione di produzione. La curva di prodotto aggregato trasla verso l’alto o verso il basso a seconda dell’aumento o della diminuzione della quantità del fattore

complementare a quello rappresentato nel grafico a due dimensioni. Le variazioni del fattore indicato nel grafico si riflettono invece, ovviamente, in movimenti lungo la curva di produzione.

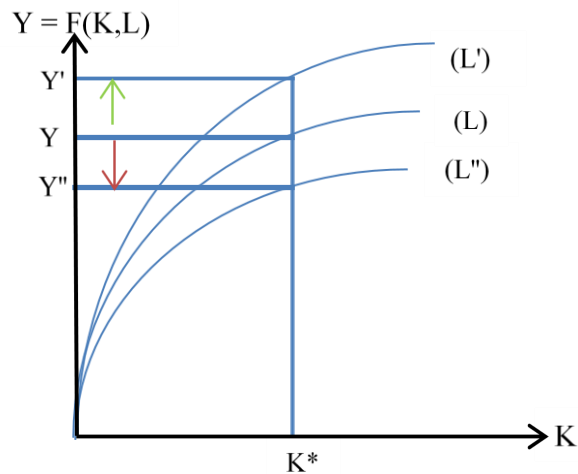


Figura 4: rappresentazione grafica della traslazione della funzione di produzione. Per ogni livello di capitale (K^*) il prodotto aggregato aumenterà (Y') o diminuirà (Y'') se, rispettivamente, il numero di lavoratori impiegati aumenterà al livello L' o diminuirà al livello L'' . variazioni analoghe avverrebbero nel caso in cui si esplicitasse il fattore lavoro nel grafico e si lasciasse variare il fattore capitale.

1.3 La tecnologia. La funzione Cobb - Douglas e i rendimenti di scala costanti

L'aumento dell'impiego del fattore produttivo complementare non è tuttavia l'unica causa che provoca spostamenti delle produttività marginali e conseguentemente della curva di produzione aggregata. Come introdotto in precedenza, è molto rilevante il meccanismo di utilizzo dei fattori di produzione, ossia la tecnologia con la quale un sistema economico riesce a trasformare i suoi input in output e non da ultimo il grado di integrazione e cooperazione che riesce a far sviluppare tra i fattori produttivi. Ecco allora che viene alla luce un terzo fattore significativo: la tecnologia. Una funzione di produzione in grado di esplicitare anche esso e tener conto delle ipotesi avanzate in precedenza circa le produttività marginali è la seguente:

$$[2] Y = F(K,L) = AK^\alpha L^\beta$$

Il fattore A è un parametro moltiplicativo delle risorse utilizzate che indica il livello di tecnologia raggiunto dal sistema economico e determina in modo significativo l'output finale prodotto, incorporando il grado di integrazione e le sinergie tra i fattori produttivi e in generale la capacità di sfruttamento di essi¹¹. La forma funzionale moltiplicativa rispetta l'ipotesi secondo cui un fattore necessita almeno di una quantità minima dell'altro per poter produrre output. Gli esponenti α , β sono numeri reali positivi minori dell'unità: questa restrizione consente di rispettare le ipotesi presentate sulle produttività marginali sempre positive ma decrescenti.

Aggiungendo l'ulteriore restrizione per cui la somma degli esponenti α e β sia pari ad uno si ottiene la celebre funzione di produzione Cobb-Douglas:

$$[3] Y = F(K,L) = AK^\alpha L^{(1-\alpha)}$$

¹¹ Come si vedrà in seguito, l'interpretazione di A può andare oltre quella di semplice fattore tecnologico e comprendere una misura più generale della produttività, che include anche variabili di tipo socio - istituzionale.

Questa funzione è coerente con l'ipotesi di rendimenti di scala costanti. I rendimenti di scala rappresentano un concetto diverso dalla produttività marginale poiché si riferiscono all'utilizzo congiunto dei fattori e non all'aumento o diminuzione di uno solo di essi. In particolare, dire che una funzione di produzione ha rendimenti di scala costanti implica che, aumentando di una stessa misura entrambi i fattori produttivi, si otterrà un output aumentato nella stessa misura. In sostanza, mentre aumentando uno solo dei fattori non si riusciva a mantenere la produttività totale costante (a causa della produttività marginale decrescente dei singoli fattori) ma si otteneva un aumento di output meno che proporzionale, in questo caso, invece, attraverso l'aumento congiunto di entrambi si ottiene anche un proporzionale aumento del prodotto. In simboli (dove λ , coefficiente di proporzionalità, è un qualunque numero positivo):

$$[4] Y = F(K, L) \longrightarrow Y' = F(\lambda K, \lambda L) = \lambda Y^{12}$$

1.4 Il teorema di Eulero e la distribuzione del reddito tra i fattori produttivi

Le funzioni di produzione con rendimenti di scala costanti presentano una caratteristica ulteriore. Per esse vale, infatti, il "teorema di Eulero", secondo cui la produzione totale è scomponibile nei due fattori produttivi secondo le rispettive produttività marginali come segue:

$$[5] Y = PMK * K + PML * L$$

Sotto le due ipotesi di concorrenza perfetta e massimizzazione dei profitti, tipiche dei modelli neoclassici, si ha che il prodotto marginale del capitale e quello del lavoro eguagliano esattamente la rendita reale del capitale e il salario reale¹³. Quindi l'espressione $PMK * K$ non rappresenta altro che la remunerazione totale del fattore capitale e $PMK * L$ quella del fattore lavoro. La [5] è dunque interpretabile come la distribuzione del reddito totale tra i due fattori: una distribuzione che avviene nella misura delle rispettive produttività marginali.

Considerando una funzione di produzione Cobb – Douglas è possibile fornire definizioni quantitative precise della quota di reddito destinata al capitale e di quella destinata al lavoro. Le produttività marginali del capitale e del lavoro sono rispettivamente pari a:

$$[6] PMK = A\alpha K^{(\alpha-1)} L^{(1-\alpha)}$$

$$[7] PML = AK^\alpha (1-\alpha)L^{(-\alpha)}$$

Moltiplicando e dividendo per il fattore K e per il fattore L, rispettivamente, la [6] e la [7] si ottengono:

$$[8] PMK = \alpha Y / K^{14}$$

$$[9] PML = (1-\alpha) Y / L^{15}$$

Da cui è possibile ottenere finalmente la quota di reddito destinata ai due fattori:

$$[10] PMK * K = \alpha Y$$

$$[11] PML * L = (1-\alpha) Y^{16}$$

¹² Per dimostrare l'esistenza di rendimenti di scala costanti nella funzione Cobb – Douglas è sufficiente applicare il parametro λ all'espressione [3]: $F(\lambda K, \lambda L) = A(\lambda K)^\alpha (\lambda L)^{(1-\alpha)} = A\lambda^{(\alpha+1-\alpha)} K^\alpha L^{(1-\alpha)} = A\lambda K^\alpha L^{(1-\alpha)} = \lambda [AK^\alpha L^{(1-\alpha)}] = \lambda Y$

¹³ Si rinvia all'appendice 1 alla fine del capitolo.

¹⁴ $PMK = (K/K)A\alpha K^{(\alpha-1)} L^{(1-\alpha)} = [A\alpha K^\alpha L^{(1-\alpha)}] / K = \alpha [AK^\alpha L^{(1-\alpha)}] / K = \alpha Y / K$

¹⁵ $PML = (L/L)AK^\alpha (1-\alpha)L^{(-\alpha)} = [AK^\alpha (1-\alpha)L^{(1-\alpha)}] / L = (1-\alpha) [AK^\alpha L^{(1-\alpha)}] / L = (1-\alpha) Y / L$

Ossia, la quota di reddito destinata ai fattori è proporzionale all'esponente che li eleva nella funzione di produzione. Il parametro α si è dimostrato storicamente piuttosto costante nel tempo e non troppo dissimile tra i vari paesi: esso si assesterebbe su un valore prossimo ad un terzo.¹⁷ Il capitale si approprierebbe circa del 30% del reddito complessivo mentre il lavoro verrebbe remunerato dal restante 70%.¹⁸ Talvolta α e $(1-\alpha)$, oltre ad essere interpretate come quote di distribuzione del reddito tra i fattori, sono definite anche elasticità del reddito (o del prodotto) ai fattori¹⁹.

¹⁶ A questo punto è anche molto facile dimostrare che vale per la funzione Cobb – Douglas il teorema di Eulero (e non potrebbe essere altrimenti, dal momento che la Cobb – Douglas è una funzione di produzione con rendimenti di scala costanti). Per il teorema di Eulero vale: $Y = PMK \cdot K + PML \cdot L$. Sfruttando le espressioni appena ricavate alla [10] e alla [11] si ottiene: $Y = \alpha Y + (1-\alpha)Y = Y$.

¹⁷ In effetti, la funzione di produzione Cobb – Douglas venne introdotta negli anni '20 del secolo scorso dai due omonimi con l'intento di individuare una funzione di produzione che risultasse coerente con le osservazioni dell'economista Douglas. Egli aveva constatato una certa costanza nella distribuzione del reddito tra i fattori capitale e lavoro, in linea con il miglioramento delle condizioni economiche. La remunerazione del lavoro e del capitale, in sostanza, crescevano di pari passo con l'aumento del reddito. L'approccio contabile e l'ipotesi di remunerazione dei fattori secondo la loro produttività marginale fanno sì che la funzione Cobb – Douglas rispetti questa osservazione. Inoltre Douglas riteneva che dovesse essere rispettata l'ipotesi di rendimenti di scala costanti. Il matematico Cobb offrì la soluzione proponendo una funzione di produzione che avesse le caratteristiche delineate e che corrisponde a quella illustrata alla [3].

¹⁸ Si noti che non vi è spazio per il profitto economico (extraprofitto) in un contesto così delineato. Il profitto economico è ciò che residua per l'impresa dopo aver remunerato i due fattori. Per le funzioni di produzione con rendimenti di scala costanti vale il teorema di Eulero e dunque tutto il prodotto si esaurisce nella remunerazione dei fattori, lasciando un profitto economico nullo. Ciò è anche coerente con l'ipotesi della concorrenza perfetta, che non lascia spazio ad extraprofitto. Va però considerato che spesso il proprietario del capitale è proprio l'impresa stessa: in tal caso esisterebbe per essa, comunque, un profitto contabile.

¹⁹ Si parta, per esempio, dalla [8]: $PMK = \alpha Y/K$. Essendo PMK , per definizione, la variazione del reddito (o del prodotto) rapportata alla variazione del capitale, si ottiene: $\Delta Y/\Delta K = \alpha Y/K$. Isolando il parametro α si ha: $(\Delta Y/Y)/(\Delta K/K) = \alpha$. Questa è, per definizione, l'elasticità del reddito (o del prodotto) al fattore capitale, ossia la variazione percentuale di reddito indotta da una variazione percentuale di capitale.

APPENDICE AL CAPITOLO 1

A1.1 La produttività dei fattori e la remunerazione reale

Secondo l'impostazione tradizionale neoclassica il tasso di interesse reale andrebbe a remunerare il fattore capitale nell'esatta misura della sua produttività marginale e altrettanto avverrebbe con riferimento al salario reale per la remunerazione del fattore lavoro. Tale affermazione discende da due ipotesi fondamentali:

1. presenza di mercati in concorrenza perfetta
2. comportamenti individuali volti alla massimizzazione del profitto.

Per provarlo, si definisca il profitto come ciò che residua per l'impresa, una volta che questa abbia remunerato i suoi fattori, capitale e lavoro:

$$[12] \Pi = PY - WL - RK = P \cdot F(K, L) - WL - RK$$

Nella precedente Π è il profitto, $P \cdot F(K, L)$ rappresenta i ricavi totali (dati dal prezzo unitario per la quantità prodotta), W è il salario nominale che costituisce la remunerazione del fattore lavoro e R è il tasso di interesse nominale che remunera l'impiego di capitale. Sotto l'ipotesi di mercati concorrenziali l'impresa non è in grado di modificare con i propri comportamenti i valori dei prezzi, del salario nominale e del tasso di interesse, che prende quindi come dati. L'impresa che volesse massimizzare il proprio profitto si troverebbe allora a poter manovrare solo la quantità di fattori impiegata e a doverne scegliere il livello ottimo d'impiego. Tale scelta comporta un *trade-off* tra maggiore produzione e maggiori costi poiché l'impresa non può aumentare all'infinito la sua capacità produttiva senza incorrere prima o poi in costi superiori ai ricavi, stante l'ipotesi di produttività marginale decrescente dei singoli fattori. Il problema di massimizzazione ammette dunque una soluzione unica e determinata che può essere ricavata mediante la condizione del primo ordine, ossia:

$$[13] \delta \Pi / \delta K = 0; \quad \longrightarrow \quad PMK = R/P^{20}$$

$$[14] \delta \Pi / \delta L = 0; \quad \longrightarrow \quad PML = W/P^{21}$$

Con R/P si indica il rendimento nominale del capitale rapportato al livello dei prezzi, ossia il rendimento reale del capitale. Analogamente, W/P è il salario reale. L'impresa massimizzerà il profitto scegliendo le quantità di capitale e lavoro le cui produttività marginali corrispondenti eguagliano il rendimento reale del capitale e il salario reale (variabili, queste ultime, che vengono "subite" dalle imprese in contesti concorrenziali).

²⁰ La condizione del primo ordine consiste nel porre la derivata della funzione di produzione rispetto al capitale pari a zero. La soluzione è la seguente: $\delta \Pi / \delta K = 0$; $P \cdot \delta F(K, L) / \delta K - R = 0$; $P \cdot PMK - R = 0$; $PMK = R/P$.

²¹ Per ottenere la [14] si operi analogamente al caso precedente.

CAPITOLO 2: IL MODELLO DI SOLOW

Avendo introdotto il quadro di riferimento per quanto riguarda la modalità di produzione di beni e servizi ipotizzata dalla teoria neoclassica e le proprietà fondamentali della funzione di produzione, è finalmente possibile presentare il paradigma neoclassico della teoria della crescita: il modello di Solow (di seguito, indistintamente, modello di Solow o neoclassico). Il modello neoclassico venne alla luce dai lavori quasi simultanei di Robert Solow e Trevor Swan nel 1956 ed è divenuto un riferimento notevole per le successive evoluzioni della teoria della crescita e per le verifiche empiriche sulla sua validità.

La trattazione del modello di Solow si articolerà in tre parti. La prima presenta il modello standard introducendo il concetto di stato stazionario. La seconda inserisce la variabile della crescita demografica nel modello consentendo di spiegare la crescita del prodotto aggregato. La terza aggiunge anche il fattore del progresso tecnologico, grazie al quale è possibile spiegare la crescita del reddito individuale. Il modello prende tale progresso tecnologico come esogeno senza farlo derivare da dinamiche interne al sistema economico: si annuncia sin da ora che ciò costituisce la principale critica mossa al modello e in seguito alla quale sono stati sviluppati i modelli di crescita endogena.

2.1 MODELLO DI SOLOW: ACCUMULAZIONE DI CAPITALE E STATO STAZIONARIO

2.1.1 L'offerta e la produzione individuale: la funzione di produzione intensiva

L'economia sottostante al modello di Solow è descritta in modo piuttosto semplice dalle due componenti fondamentali della domanda e dell'offerta.

L'offerta riproduce lo schema già delineato nella sezione precedente in cui la produzione aggregata è data dall'utilizzo efficiente e in pieno impiego delle risorse: capitale e lavoro. La funzione di produzione è assunta avere rendimenti di scala costanti e i singoli fattori presentano produttività marginali decrescenti e risultano coerenti con le condizioni di *Inada*. In uno schema produttivo così delineato risulta immediatamente chiaro che i vari sistemi economici saranno in grado di produrre quantitativi di output significativamente diversi se dispongono di forze lavoro di ampiezza significativamente diversa. E d'altra parte è facile verificare ciò nelle situazioni reali: la Cina, ad esempio, può contare su una popolazione superiore a 1,3 miliardi di abitanti mentre l'Italia supera di poco i 60 milioni. Non sorprende dunque che il PIL cinese, che supera i 16.000 miliardi di dollari internazionali, sia molto superiore a quello italiano, che invece si ferma a poco più di 2.100 miliardi di dollari internazionali²².

Tuttavia queste statistiche non possono essere considerate più significative del dovuto. Ciò che realmente interessa, per confrontare e far emergere le diverse condizioni economiche tra i paesi, è il livello di produzione rapportato dimensionalmente al numero di abitanti o di lavoratori presenti nel sistema economico. Ciò consente di approssimare il livello di ricchezza che il paese è in grado di garantire ad ogni suo singolo abitante. Considerando il PIL pro-capite emerge una situazione che non può essere raccontata dal solo dato del PIL totale: in Cina tale grandezza assume un valore di poco superiore agli 11.900 dollari internazionali mentre in Italia supera abbondantemente i 35.000 dollari internazionali²³. In sostanza la Cina ha un PIL enormemente superiore all'Italia ma un cittadino italiano è più ricco di uno cinese. Data la scarsa rilevanza del dato aggregato, d'ora in poi nell'analisi si utilizzerà il dato rapportato alla dimensione della popolazione. Per comodità si considererà come grandezza relativa la misura del numero dei lavoratori²⁴.

²² I dati sono effettivi e provengono dalle statistiche della Banca Mondiale per l'anno 2013. Essi vengono calcolati secondo il metodo della parità del potere d'acquisto in dollari internazionali, per consentire un confronto il più possibile fedele tra le ricchezze effettive dei paesi. Talvolta i dati espressi in parità di potere d'acquisto differiscono in modo estremamente rilevante da quelli calcolati in dollari statunitensi, mediante la semplice applicazione del cambio nominale.

²³ Si veda la nota precedente.

²⁴ Va considerato che per rapportare il PIL alla dimensione demografica del paese si può operare confrontandolo con il numero di abitanti o con il numero dei lavoratori. Il significato sarà diverso nei due casi. Confrontare il PIL con il numero degli abitanti offre una misura della ricchezza a disposizione di ogni singolo abitante; viceversa attraverso un confronto del PIL con il numero dei lavoratori impiegati si offre una misura più vicina alla capacità produttiva del sistema economico, evidenziando quanto ogni lavoratore riesca a produrre. Per l'intento di questo lavoro è ovviamente preferibile la seconda interpretazione. In ogni caso, sebbene la proporzione tra la dimensione della forza lavoro e della popolazione non sia necessariamente uguale tra i vari paesi (a causa dei differenti tassi di partecipazione), l'approssimazione nel caso in questione non produrrà distorsioni pregiudizievoli.

Si introduce, quindi, la cosiddetta funzione di produzione “intensiva”²⁵, espressa come segue:

$$[15] y = f(k)$$

Nella precedente y e k rappresentano, rispettivamente, il prodotto (o il reddito) e la dotazione di capitale per occupato.

2.1.2 La domanda

Per quanto riguarda il lato della domanda si ipotizza, per semplicità, l’assenza del settore estero e del settore pubblico: in tal modo le componenti della domanda aggregata, orfane della spesa pubblica e delle esportazioni nette, si riducono al consumo e all’investimento. Una parte del reddito prodotto verrà risparmiata e conseguentemente investita²⁶, mentre la restante parte verrà destinata al consumo:

$$[16] i = s*y = s*f(k)$$

$$[17] c = (1-s)*y = (1-s)*f(k)$$

La notazione mediante lettere minuscole sta ad indicare che si tratta sempre di quantità per singolo individuo. Nel modello di Solow, dunque, l’offerta (la produzione) è determinata dalla dotazione di capitale a disposizione del singolo lavoratore e il saggio di risparmio, che viene determinato dall’allocazione del reddito tra consumo e investimento, viene preso come esogeno.

La figura sottostante mostra la rappresentazione grafica delle componenti della domanda e l’allocazione del reddito tra esse in base ad un dato saggio di risparmio s ed in corrispondenza di un dato livello di dotazione di capitale k_0 .

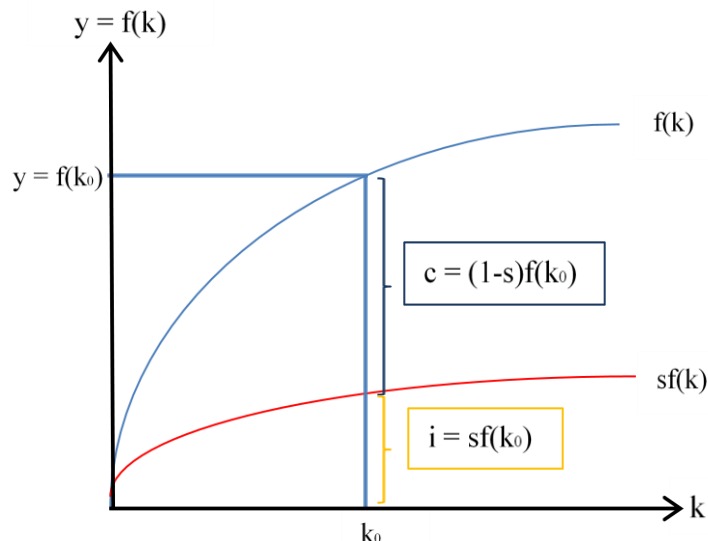


Figura 5: rappresentazione grafica della funzione di produzione per occupato e della funzione di risparmio per occupato. Per un dato livello di dotazione di capitale per occupato (k_0) si ottiene una certa quantità di prodotto per occupato $f(k_0)$. La propensione marginale al risparmio (s) determina la ripartizione del reddito individuale tra consumo individuale (rappresentato dalla distanza tra la funzione di produzione e la funzione di risparmio) e investimento individuale (rappresentata dalla distanza tra la funzione del risparmio e l’asse delle ascisse).

²⁵ Per ottenere la [15] si parta dalla [4] e si consideri un particolare valore di $\lambda = 1 / L$ (ossia il reciproco della forza lavoro). Conseguentemente si avrà: $Y/L = F(K/L; L/L)$; $Y/L = F(K/L; 1)$, che può essere riscritta come la [15].

²⁶ L’equivalenza tra investimento e risparmio rappresenta un’identità contabile solo ex-post quando si considerano anche le scorte all’interno dell’aggregato degli investimenti mentre non è necessariamente verificata ex-ante quando si considerano i risparmi e gli investimenti programmati. Tuttavia aggiungere questa coincidenza come ulteriori ipotesi non priva di generalità il contesto di riferimento del modello.

2.1.3 Risparmio e ammortamento: l'accumulazione di capitale

Il meccanismo cardine del modello di Solow è la dinamica della dotazione di capitale per lavoratore. Nel tempo il quantitativo di capitale a disposizione del singolo lavoratore varia secondo il meccanismo seguente. Al tempo di partenza la dotazione di capitale per lavoratore è pari a k_t . Nel periodo successivo la dotazione di capitale subirà l'effetto di due variazioni:

- una variazione positiva determinata dal risparmio (tramutato in investimento) che consente di accumulare un quantitativo di capitale per lavoratore pari a $i_t = sf(k_t)$;
- una variazione negativa determinata dal deprezzamento del capitale (assunto costantemente pari al tasso di ammortamento periodale δ) corrispondente a δk_t .

La dotazione di capitale nel periodo successivo sarà quindi pari a:

$$[18] k_{t+1} = k_t + sf(k_t) - \delta k_t$$

Conseguentemente la variazione della dotazione di capitale tra il periodo t e il periodo successivo sarà:

$$[19] \Delta k = k_{t+1} - k_t = k_t + sf(k_t) - \delta k_t - k_t = sf(k_t) - \delta k_t$$

Dalla [19] è facile comprendere che vi sarà accumulo o decumulo di capitale per lavoratore a seconda della grandezza relativa della componente di risparmio e della componente di ammortamento. Se la frazione di reddito risparmiata sarà maggiore della frazione di capitale soggetta ad ammortamento allora si avrà accumulo di capitale. Viceversa, se l'ammortamento supererà il risparmio si verificherà un decumulo di capitale per lavoratore. Considerando la funzione di produzione che descrive il sistema economico (si veda la [15]), vi sarà allora crescita economica in concomitanza di accumulo di dotazione di capitale e decrescita economica in concomitanza di riduzione di dotazione di capitale, poiché il reddito individuale è funzione, crescente, della sola dotazione di capitale per lavoratore.

Nel caso specifico di una funzione di produzione Cobb-Douglas (nella quale, per ipotesi, il parametro A sia unitario) la [15] diventa²⁷:

$$[20] y = k^\alpha$$

Inoltre, il tasso di crescita del reddito per occupato è dato dal rapporto tra la variazione del prodotto per occupato tra due periodi consecutivi e il prodotto per occupato relativo al periodo di partenza²⁸:

$$[21] g_y = (y_{t+1} - y_t) / y_t = [(k_t + s(k_t)^\alpha - \delta k_t)^\alpha - k_t^\alpha] / k_t^\alpha$$

Sebbene la [21] non fornisca un'interpretazione molto immediata del tasso di crescita del prodotto per occupato è già possibile avanzare qualche osservazione. È evidente che il tasso di crescita dipenda positivamente dal saggio di risparmio e negativamente dal tasso di ammortamento del capitale. Ciò sta a significare che tanto più un paese risparmia ed è capace di conservare la propria dotazione di capitale, tanto più è anche in grado di crescere. Ricordando la [19] va sottolineato che può esservi accumulo di capitale (e dunque crescita) solo se la componente del risparmio supera quella dell'ammortamento. Quindi, che un sistema economico cresca o no dipende da quale di queste due componenti prevale. La differenza effettiva tra esse determina poi la misura della crescita o della decrescita. D'altra parte la [21] evidenzia anche una

²⁷ La funzione Cobb – Douglas con parametro A unitario è: $Y = F(K,L) = K^\alpha L^{(1-\alpha)}$. Passando alla funzione di produzione in forma intensiva, ossia dividendo per il fattore L , si ottiene $Y/L = F(K,L)/L = K^\alpha L^{(1-\alpha)} / L = K^\alpha L^{(1-\alpha-1)} = (K/L)^\alpha = k^\alpha$.

²⁸ Nella 21 si ha $y_t = f(k_t) = (k_t)^\alpha$ e, sfruttando la [18], $y_{t+1} = f(k_{t+1}) = (k_t + sf(k_t) - \delta k_t)^\alpha = (k_t + s(k_t)^\alpha - \delta k_t)^\alpha$.

relazione inversa tra il tasso di crescita e la dotazione di capitale esistente nel periodo di partenza: questa è una conseguenza dell'ipotesi di produttività marginale decrescente che rende più difficile la crescita per paesi che già dispongono di un elevato stock di capitale accumulato. Si anticipa sin da ora che tale osservazione è una prima nota a favore dell'ipotesi di convergenza tra paesi diversi²⁹.

2.1.4 Lo stato stazionario e la tendenza allo stato stazionario

Dal momento che le variabili determinanti per la crescita (in questa prima rudimentale versione del modello) sono il risparmio e l'ammortamento, è bene approfondire il loro comportamento. Come detto, la funzione del risparmio ha un andamento crescente ma concavo, poiché il saggio di risparmio moltiplica la funzione di produzione e risente indirettamente della produttività marginale decrescente del capitale. D'altra parte l'ammortamento è invece una funzione crescente con andamento lineare, poiché il tasso di ammortamento moltiplica direttamente la dotazione di capitale e non la funzione di produzione. In conseguenza di ciò esisterà una serie di valori della dotazione di capitale per cui la funzione del risparmio domina la funzione di ammortamento e, viceversa, una serie di valori per cui la funzione di ammortamento domina quella del risparmio. In particolare, per dotazioni di capitale relativamente piccole il risparmio supera l'ammortamento e consente l'accumulazione di capitale: in questo frangente l'economia cresce. Dopodiché, raggiunto un certo livello di dotazione di capitale, l'ammortamento risulterà superiore al risparmio rendendo impossibili ulteriori accumuli e, anzi, facendo diminuire lo stock di capitale per occupato.

Il particolare valore dello stock di capitale che rende esattamente uguali il valore assunto dalla funzione ammortamento e dalla funzione risparmio è detto capitale di stato stazionario. Tale livello è decisamente significativo per due ragioni:

1. in corrispondenza di esso non è possibile né accumulo né decumulo di capitale: quindi una volta che l'economia ha raggiunto quel dato livello cessa di crescere;
2. qualsiasi sia il punto di partenza della dotazione di capitale per occupato, l'economia tende a raggiungere lo stato stazionario seguendo la dinamica appena descritta che porta ad un accumulo di capitale se $k < k^*$ (e dunque il risparmio è maggiore dell'ammortamento) o ad un decumulo di capitale se $k > k^*$ (e dunque l'ammortamento è maggiore del risparmio); entrambi i processi cessano una volta raggiunto il livello k^* .

La figura sottostante aiuta a capire il meccanismo appena illustrato.

²⁹ Si tornerà approfonditamente sull'argomento nel capitolo 4, appositamente dedicato alla convergenza.

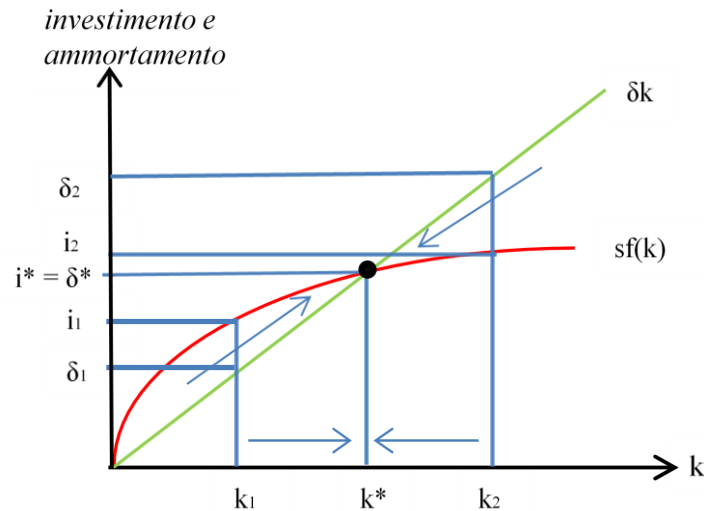


Figura 6: rappresentazione grafica dello stato stazionario e della tendenza allo stato stazionario. In corrispondenza della dotazione di capitale k^* si verifica l'uguaglianza tra risparmio e ammortamento. Questa situazione è detta "stato stazionario" (l'economia non cresce né decresce). Quando k è inferiore a k^* stazionario, il risparmio (l'investimento, i_1) è superiore all'ammortamento (δ_1) e dunque si verifica accumulo di capitale e crescita fino al raggiungimento dello stato stazionario. Se per qualche motivo il livello di k fosse superiore a k^* , si verificherebbe un decumulo di capitale (e quindi decrescita) fino al raggiungimento dello stato stazionario, dovuto al fatto che in corrispondenza di quei livelli l'ammortamento (δ_2) supera l'investimento (i_2) e dunque non si riesce a reintegrare interamente la parte di dotazione che viene deprezzata.

2.1.5 Il capitale e il reddito di stato stazionario

Lo stato stazionario è definito come il punto in cui l'ammortamento e il risparmio sono uguali. La parte di dotazione di capitale soggetta ad ammortamento e quella investita si compensano perfettamente, sicché il risparmio va a reintegrare esattamente il deprezzamento: a quel punto cessa la dinamica di accumulo / decumulo di capitale. Ciò equivale a dire che, in seguito, il capitale per occupato resta invariato nel tempo. Formalmente vale che $\Delta k = sf(k_t) - \delta k_t = 0$, oppure, in termini di dotazione di stato stazionario:

$$[22] sf(k^*) = \delta k^*$$

Riprendendo l'esempio di una funzione Cobb - Douglas si può esprimere la [22] come segue:

$$[23] sk^{*\alpha} = \delta k^*$$

Da cui i livelli di capitale e di reddito raggiunti in stato stazionario sono pari a³⁰:

$$[24] k^* = [s / \delta]^{1/(1-\alpha)}; [25] y^* = (k^*)^\alpha = [s / \delta]^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Le espressioni di k^* e y^* appena trovate permettono di esplicitare il livello di capitale e di reddito di stato stazionario in relazione al saggio di risparmio e al tasso di ammortamento. Ancora una volta, ovviamente, emerge la proporzionalità diretta del livello di capitale e di reddito di stato stazionario con il risparmio e quella inversa con l'ammortamento. Un paese che risparmia molto ed è capace di conservare la propria dotazione di capitale raggiunge livelli di capitale e di reddito di stato stazionario elevato.

Dunque, fino a che il saggio di risparmio consente l'accumulo di capitale l'economia sperimenta una crescita al tasso riportato dalla [21]. La crescita cessa nel momento in cui viene si perviene allo stato

³⁰ Partendo dalla [23]: $sk^{*\alpha} = \delta k^*$; $k^{*\alpha} / k^* = \delta / s$; $k^* / k^{*\alpha} = s / \delta$; $k^{*(1-\alpha)} = s / \delta$; $k^* = [s / \delta]^{1/(1-\alpha)}$

stazionario: il livello di ricchezza raggiunto dipende direttamente dal risparmio e inversamente dall'ammortamento. Dopodiché l'economia ristagna³¹.

2.1.6 L'effetto temporaneo sulla crescita di un aumento del saggio di risparmio

Tuttavia, sarebbe ancora possibile sperimentare una crescita nel caso in cui, per qualche motivo, si verificasse un incremento del saggio di risparmio. In tal modo la funzione del risparmio traslerebbe verso l'alto intercettando la curva dell'ammortamento in corrispondenza di un nuovo stato stazionario, caratterizzato da un livello di capitale per occupato maggiore e conseguentemente da un reddito per occupato più elevato. La dinamica esposta è illustrata dalla figura sottostante.

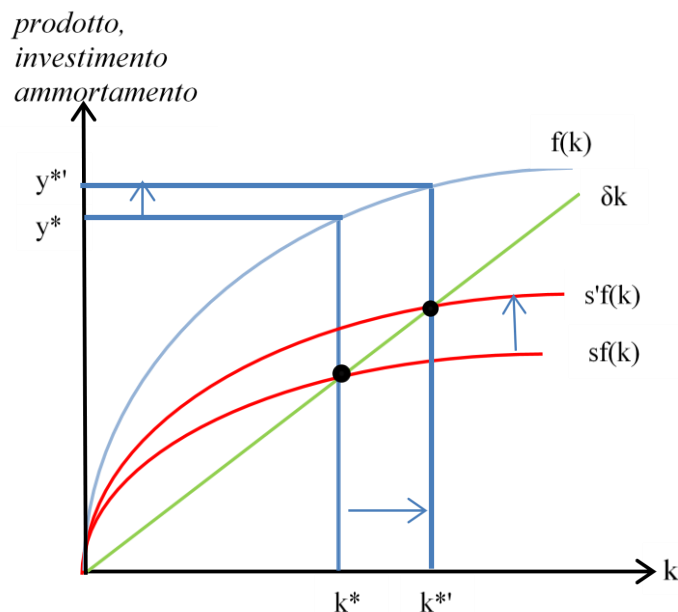


Figura 7: rappresentazione grafica dell'effetto di una variazione positiva del saggio di risparmio. L'incremento del saggio di risparmio da s a s' fa traslare verso l'alto la funzione di risparmio e consente di riprendere l'accumulo di capitale, dando il via ad una nuova fase di crescita. Tale dinamica prosegue sino al raggiungimento del nuovo stato stazionario, corrispondente al punto in cui $s'f(k) = \delta k$. Il nuovo stato stazionario è caratterizzato da una dotazione di capitale per occupato ($k^{*'}$) e da un livello di reddito per occupato ($y^{*'}$) maggiori rispetto a quelli presenti nello stato stazionario precedente.

La transizione dallo stato stazionario precedente al nuovo permetterebbe all'economia di sperimentare un'ulteriore fase di crescita verso lo stato stazionario finale. Chiaramente, però, la crescita generata da questo meccanismo è solo temporanea: una volta raggiunto il nuovo stato stazionario l'economia cessa di crescere, proprio come avveniva in precedenza.

2.1.7 Conclusioni e riscontri fattuali

Dopo aver presentato una versione semplificata del modello di Solow si possono trarre alcune prime conclusioni. Il livello di reddito per occupato dipende direttamente dal saggio di risparmio (ossia dagli investimenti) e inversamente dal tasso di ammortamento del capitale. I paesi che hanno un saggio di

³¹ È facile verificare che, stante la condizione di stato stazionario espressa dalla [23], il tasso di crescita dell'economia, espresso dalla [21], si azzerava: $g_y = [(k^* + s(k^*)^\alpha - \delta k^*)^\alpha - k^{*\alpha}] / k^{*\alpha} = [(k^*)^\alpha - k^{*\alpha}] / k^{*\alpha} = 0$.

risparmio più elevato dovrebbero sperimentare un livello di reddito per occupato più elevato. Il risparmio è, infatti, presentato come la fonte dell'accumulazione di capitale, motore della crescita nel modello.

Il ruolo centrale dell'accumulazione si dimostra, almeno in una prima e generale approssimazione, coerente con la realtà presentata dalla storia. Solo in seguito alle rivoluzioni industriali è stato possibile iniziare ad accumulare sistematicamente parte di ciò che si era prodotto. In precedenza tutta la produzione veniva consumata immediatamente, poiché l'intera produzione era finalizzata alla sola sussistenza. Ciò permetterebbe di spiegare perché una crescita economica vera e propria è stata possibile solo a partire da quegli eventi.

Tuttavia, questa prima versione del modello non spiega la persistenza della crescita. Una conclusione forte è, infatti, che l'economia dovrebbe smettere di crescere, una volta raggiunto lo stato stazionario. Anche un aumento del saggio di risparmio condurrebbe solo ad una crescita temporanea (fino al raggiungimento di uno stato stazionario caratterizzato da un reddito per occupato maggiore). Questa previsione non è confermata dall'esperienza: molti paesi sperimentano una crescita continua ormai da molti anni se non secoli.

Infine, riferendosi a casi reali, la dinamica della dotazione di capitale può spiegare due esperienze di portata rilevante. La Germania e il Giappone, che uscirono dalla seconda guerra mondiale con una dotazione di capitale ridotta (parte dello stock andò distrutto durante il conflitto) sperimentarono forti tassi di crescita nei decenni successivi, significativamente superiori, tanto per fare un esempio, a quelli della potenza statunitense. Questo è coerente con la [21] secondo cui i due paesi, partendo da una dotazione di capitale ridotta e mantenendo un saggio di risparmio invariato, avrebbero beneficiato di tassi di crescita sostenuti³².

³² Questo fenomeno richiama il tema della convergenza che verrà approfondito nel capitolo 4.

2.2 MODELLO DI SOLOW: CRESCITA DEMOGRAFICA

2.2.1 La crescita demografica

Nella sezione precedente si è implicitamente considerato che la dimensione della popolazione e della forza lavoro restassero costanti nel tempo. Tuttavia questo non è realistico se si considerano i tassi di crescita sostenuti che si sono sperimentati a livello globale negli ultimi secoli. È quindi importante includere nel modello il fattore della crescita demografica.

Dal momento che si è ipotizzato, in linea con i modelli neoclassici, un contesto economico efficiente e in pieno impiego, si può approssimare agevolmente la crescita demografica alla crescita della forza lavoro³³. Indicando, come di consueto, con L la forza lavoro e con n il tasso di crescita demografica, è possibile definire n come la variazione tra un periodo e il successivo della quantità di forza lavoro:

$$[26] n = (L_{t+1} - L_t) / L_t = \Delta L / L$$

2.2.2 La dinamica della dotazione di capitale con crescita demografica

Ammettendo l'esistenza di una crescita demografica occorre considerare l'effetto che quest'ultima provoca nella dinamica della dotazione di capitale per occupato tra un periodo e l'altro. Ora il capitale per occupato, k , subisce due effetti: non solo quello dell'accumulo o decumulo dello stock di capitale ma anche quello dell'incremento demografico, perché deve distribuirsi su una platea di lavoratori più ampia. Ecco, dunque, come avviene la variazione della dotazione di capitale nel modello di Solow che include l'effetto della crescita demografica³⁴:

$$[27] \Delta k = sf(k) - (\delta + n)k$$

Secondo questa equazione sarà possibile accumulare capitale (che darà il via ad una crescita economica secondo lo stesso meccanismo presentato nel modello senza crescita demografica) solo se il risparmio sarà superiore a quello sufficiente a reintegrare l'intero ammortamento e a rifornire la nuova forza lavoro della dotazione di capitale preesistente.

2.2.3 La crescita e lo stato stazionario in presenza di crescita demografica

Nel contesto appena presentato, la fase di transizione verso lo stato stazionario sarà caratterizzata da un tasso di crescita del reddito per occupato pari a³⁵:

³³ Sotto tali ipotesi è, infatti, normale pensare che laddove la popolazione cresca ad un certo tasso n (ad esempio il 2%), anche la forza lavoro possa crescere allo stesso tasso. Ciò ovviamente non significa che tutta la nuova popolazione venga impiegata ma semplicemente che la percentuale della partecipazione alla forza lavoro continui a restare invariata e dunque la forza lavoro stessa cresca, trainata dalla crescita demografica, nella medesima proporzione della popolazione (cioè di un 2%).

³⁴ Per la dimostrazione analitica del risultato si rinvia alla sezione A2.2 dell'appendice in fondo al capitolo.

³⁵ Partendo da un livello di capitale per occupato pari a k_t e sfruttando la [27], la dotazione di capitale per occupato nel periodo successivo sarà pari a: $k_{t+1} = k_t + \Delta k = k_t + sf(k_t) - (\delta + n)k_t$. Da cui segue, nel caso di una funzione Cobb – Douglas, un reddito per occupato nel periodo $t+1$ pari a: $y_{t+1} = f(k_{t+1}) = (k_{t+1})^\alpha = (k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n)k_t)^\alpha$.

$$[28] g_y = (y_{t+1} - y_t) / y_t = [(k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n)k_t)^\alpha - (k_t)^\alpha] / (k_t)^\alpha$$

Risulta evidente l'effetto negativo della crescita demografica sul tasso di crescita del reddito. Per il resto valgono le stesse considerazioni già fatte in precedenza che assegnano un ruolo positivo al risparmio e negativo all'ammortamento e alla dotazione di capitale di partenza. Quando il saggio di risparmio risulterà sufficiente solo a coprire il deprezzamento e rifornire i nuovi lavoratori si sarà raggiunto lo stato stazionario che in questo frangente sarà dato da:

$$[29] sf(k) = (\delta + n)k$$

Da un punto di vista grafico si assiste semplicemente ad un innalzamento della pendenza della retta di ammortamento, che ora comprende anche il fattore dell'aumentata forza lavoro.

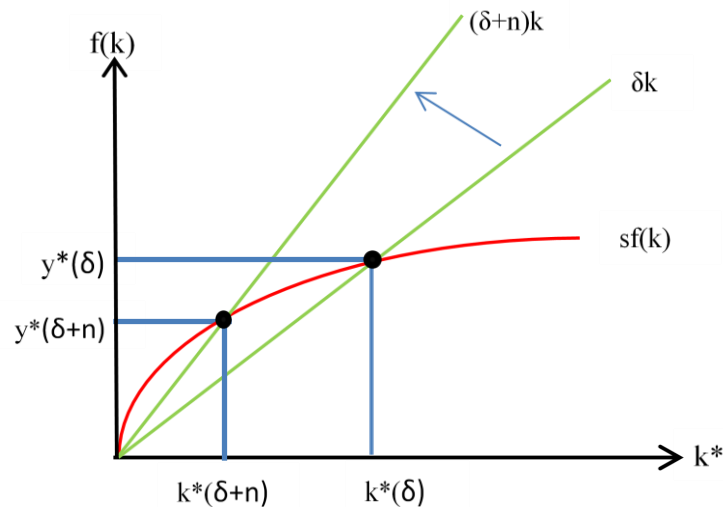


Figura 8: rappresentazione grafica del modello di Solow comprensivo di crescita demografica. In questo caso la retta di ammortamento comprende anche la crescita della forza lavoro e dunque è più ripida. Per compensare esattamente sia il deprezzamento che la crescita demografica ora è necessario un saggio di risparmio più alto. Se il saggio di risparmio resta invariato come in figura, lo stato stazionario raggiunto è caratterizzato da un livello di capitale e di reddito per occupato inferiore al precedente. Si noti che un eventuale aumento del tasso di crescita demografica (o anche del tasso di ammortamento) provocherebbe un ulteriore spostamento verso l'alto della retta e in conseguenza di ciò una caduta del capitale e del reddito di stato stazionario, a saggio di risparmio invariato.

Ipotizzando nuovamente una funzione Cobb – Douglas e sfruttando la condizione di stato stazionario alla [29] è possibile assegnare un valore preciso ai livelli di capitale e di reddito per occupato di stato stazionario k^{*36} e y^* :

$$[30] k^* = [s / (\delta + n)]^{1/(1-\alpha)}; [31] y^* = [s / (\delta + n)]^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Dalla [31] è immediato verificare come il tasso di crescita demografica incida negativamente sul reddito per occupato che raggiunge l'economia nel lungo periodo, a parità degli altri fattori. Anche in presenza di crescita demografica, una volta raggiunto lo stato stazionario, la crescita economica è destinata a cessare e, oltretutto, il tasso di crescita (si veda la [28]) è rallentato e il livello di reddito per occupato raggiunto in stato stazionario (si veda la [31]) è inferiore al caso in cui non veniva considerata, *ceteris paribus*.

Infine, seguendo lo stesso schema utilizzato nella sezione precedente per individuare la [21], il tasso di crescita del reddito per occupato sarà dato da: $g_y = (y_{t+1} - y_t) / y_t = [(k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n)k_t)^\alpha - (k_t)^\alpha] / (k_t)^\alpha$.

³⁶ Per farlo è sufficiente riprendere il procedimento già utilizzato alla [24].

2.2.4 Gli effetti della crescita demografica sul prodotto aggregato

Nonostante la conclusione del paragrafo precedente, il fattore della crescita demografica è utile per spiegare un altro fenomeno: la crescita stabile del prodotto aggregato. La funzione di produzione Cobb – Douglas con parametro tecnologico unitario e in stato stazionario è riscrivibile come segue³⁷:

$$[32] Y = k^{\alpha}L = y^*L$$

Allora, in presenza di un incremento costante della popolazione, anche in stato stazionario, il prodotto e il reddito aggregato continuano a crescere ad un tasso G , pari al tasso di crescita demografica³⁸:

$$[33] G_Y = \Delta L/L = n$$

Infatti, in stato stazionario la dotazione di capitale per occupato non varia per definizione, mentre il numero di occupati cresce continuamente, di pari passo con il processo demografico. Di conseguenza, il sistema economico aggregato beneficerà di un numero sempre maggiore di lavoratori che continuano ad avere a disposizione la stessa dotazione di capitale. Il prodotto aggregato, dunque, cresce continuamente. Si aggiunge, per completezza, che anche lo stock di capitale K cresce allo stesso tasso $G_K = n$ ³⁹.

2.2.5 Considerazioni sulla crescita demografica: Malthus e Kremer

Una considerazione negativa della crescita della popolazione era già presente nel pensiero di Malthus. L'economista era convinto che l'umanità fosse destinata a sprofondare in un futuro di povertà poiché le risorse naturali (ipotizzate crescenti in ragione aritmetica) non sarebbero state in grado di tenere il passo degli incrementi demografici (ipotizzati crescenti in ragione geometrica). In sostanza non vi sarebbero stati abbastanza beni da garantire una vita dignitosa per tutti. Malthus ometteva di considerare (e d'altra parte, forse, non poteva averne contezza) la possibilità che in futuro l'umanità avrebbe raggiunto livelli di sviluppo tecnologico e di progresso nei campi più disparati, tali da rendere la sua preoccupazione trascurabile.

Proprio su questo punto si concentra la posizione di Kremer, secondo cui invece una popolazione numerosa può diventare il propulsore del progresso in quanto una popolazione più vasta si traduce potenzialmente in un maggior numero di idee. Egli nota come i tassi di crescita della popolazione e lo sviluppo economico abbiano seguito lo stesso trend nel corso della storia. D'altra parte è possibile argomentare che la crescita demografica diventi effettivamente sostenibile solo in un contesto economico in espansione e che si configuri quindi un rapporto di causalità inversa.

2.2.6 Conclusioni e riscontri fattuali

L'inclusione della crescita demografica nel modello di Solow provoca alcuni effetti rilevanti. In primo luogo, a parità di altre condizioni, la crescita demografica rallenta il tasso di crescita economica e

³⁷ Ricordando che la dotazione di capitale per occupato (k) è definita come il rapporto tra lo stock di capitale totale (K) e il numero di lavoratori (L) si ha che $K = kL$. In stato stazionario vale: $K = k^*L$. Allora la funzione di produzione Cobb – Douglas con parametro tecnologico unitario è riscrivibile come segue: $Y = F(K,L) = (k^*L)^{\alpha}L^{(1-\alpha)} = (k^*L/L)^{\alpha}L = k^{*\alpha}L$.

³⁸ La crescita del reddito aggregato, partendo dalla [32] è pari a: $G_Y = \Delta Y/Y = \Delta(k^{\alpha}L)/(k^{\alpha}L)$. Per definizione, k^* in stato stazionario non varia e dunque è una costante. Allora vale: $G_Y = k^{*\alpha}(\Delta L)/k^{\alpha}L = \Delta L/L = n$.

³⁹ Ricordando, nuovamente, che $K = kL$ e in stato stazionario $K = k^*L$: $G_K = \Delta K/K = k^*(\Delta L)/k^*L = \Delta L/L = n$

conduce a uno stato stazionario in cui la dotazione di capitale e il reddito sono più bassi rispetto al caso in cui questa non veniva considerata. Ciò induce a credere che i paesi con tassi di crescita demografica più alti siano i più poveri in termini di ricchezza individuale. È, comunque, possibile pensare ad un rapporto di causalità inversa tra le variabili, se si crede che i paesi ad alto reddito siano anche quelli in cui vi è maggiore accessibilità alle tecniche di controllo delle nascite. D'altra parte vi sono esempi di come la presunta relazione inversa tra dimensione della popolazione e ricchezza sia tenuta in conto dalle autorità governative: in Cina ad esempio è in corso un vero e proprio controllo sulle nascite che, nella maggior parte dei casi, permette alle famiglie di avere un solo figlio, al fine di limitare la crescita della popolazione.

Il rovescio della medaglia è costituito dal fatto che un paese caratterizzato da forte crescita demografica è, potenzialmente, un paese che dispone di una vasta platea di forza lavoro. Riprendendo la funzione di produzione ipotizzata sin dall'inizio è facile comprendere come questo abbia effetti positivi sul reddito aggregato. La presenza di crescita demografica consente, infatti, al prodotto aggregato di crescere anche in stato stazionario. In particolare il prodotto e il reddito aggregato crescono allo stesso tasso di crescita della popolazione.

In sostanza il modello di Solow prevede che i paesi con tassi di crescita demografica elevati presentino prodotti aggregati notevoli ma i singoli individui sperimentino tenori di vita decisamente più bassi rispetto ai paesi in cui la popolazione cresce poco. Tuttavia, accanto alle teorie che, sin dai tempi di Malthus, attribuiscono un ruolo negativo alla crescita della popolazione, si affiancano altre posizioni che invece ne esaltano il potenziale positivo: secondo Kremer una popolazione numerosa può essere associata a maggiori chance di progresso e sviluppo.

Ciò che ancora non spiega il modello è la crescita sostenuta del reddito a livello individuale: una volta raggiunto lo stato stazionario il prodotto e il reddito aggregato crescono ma la crescita per singolo occupato cessa. La prossima versione del modello di Solow fornirà una spiegazione anche a questo fatto.

2.3 MODELLO DI SOLOW: PROGRESSO TECNOLOGICO

2.3.1 Il progresso tecnologico labour-augmenting

Finora si è assunto che il lato dell'offerta dell'economia fosse descritto da una funzione di produzione Cobb – Douglas in cui il fattore indicante il livello tecnologico, A , fosse unitario. Ciò equivale a dire che nel tempo i meccanismi che permettono di trasformare gli input in output non variano e dunque l'incremento del prodotto e del reddito è possibile solo a fronte dello sfruttamento di maggiori quantità di risorse (capitale e lavoro).

Tuttavia occorre eliminare anche questa ipotesi che si dimostra restrittiva: nel tempo si è assistito a notevoli progressi dal punto di vista tecnico che hanno apportato innovazioni nel processo di produzione e reso maggiormente produttivi gli input impiegati. Si pensi, per fare solo uno degli esempi più eclatanti, all'introduzione della catena di montaggio. In particolare il progresso tecnologico può assumere tre forme principali:

1. progresso tecnologico *labour augmenting*, che aumenta la produttività del fattore lavoro
2. progresso tecnologico *capital augmenting*, che aumenta la produttività del fattore capitale
3. progresso tecnologico *neutral* che agisce indistintamente su entrambi i fattori.

Per considerare il progresso tecnologico nella funzione di produzione è necessario includere il fattore A . All'inizio della trattazione sono state presentate due funzioni di produzione che comprendevano il fattore A : la [2] e la [3]. Tali forme funzionali sono coerenti con un progresso tecnologico di tipo *neutral* (infatti il parametro A moltiplica l'intera funzione di produzione). Tuttavia, ai fini della trattazione, si assumerà un progresso tecnologico del tipo *labour – augmenting*. Una funzione di produzione Cobb – Douglas coerente con questa ipotesi è la seguente:

$$[34] Y = F(K,L) = (AL)^{(1-\alpha)}K^\alpha$$

In questa forma il parametro A agisce direttamente, come richiesto, sul solo fattore lavoro. Chiaramente, a livello indiretto, la presenza del parametro A si rifletterà sull'intera funzione di produzione e quindi sull'output generato. Il parametro A è interpretabile come l'efficienza di ogni unità di lavoro. È pensabile che nel tempo i lavoratori diventino più produttivi perché possono accedere a modalità produttive e tecnologie più avanzate o perché migliorano le loro condizioni di salute e la loro istruzione. La funzione di produzione così delineata presenta due argomenti, di cui uno nuovo: il fattore capitale, K , e il fattore “unità di efficienza di lavoro” o “numero di lavoratori effettivi”, AL .

Si assume, per ipotesi di convenienza, che il progresso tecnologico sia esogeno (non determinato da condizioni intrinseche al sistema economico) e cresca costantemente ad un tasso periodale g , come indicato dalla relazione sottostante.

$$[35] g = (A_{t+1} - A_t) / (A_t) = \Delta A / A$$

In sostanza in ogni periodo il parametro A cresce nella misura di g e comporta un aumento della produttività di ogni singolo lavoratore. Nel tempo, allora, le unità di efficienza del lavoro crescono grazie ad un duplice

effetto: quello dell'aumento demografico che incrementa la forza lavoro (L) al tasso n e quello del progresso tecnologico che aumenta le unità di efficienza per singolo lavoratore (A) al tasso g . La crescita delle unità di efficienza AL è pari a $n + g$ ⁴⁰.

2.3.2 La dinamica della dotazione di capitale con progresso tecnologico

Occorre, a questo punto, enunciare una premessa. Ora l'analisi si sposta sulla nuova variabile fondamentale: le unità di efficienza del lavoro. Di conseguenza è bene precisare che:

$$[36] k = K / AL; \quad y = Y / AL$$

Nella precedente k ed y indicano, rispettivamente, la dotazione di capitale per unità di efficienza e il reddito per unità di efficienza e non vanno confuse con k ed y che indicavano la dotazione e il reddito per occupato. Nel modello di Solow che include sia la crescita demografica che il progresso tecnologico la dinamica della dotazione di capitale per unità di efficienza è descritta dalla seguente espressione⁴¹:

$$[37] \Delta k = sf(k) - (\delta + n + g)k$$

Dall'equazione appena presentata è evidente che sarà possibile accumulare capitale per ogni unità di efficienza solo se il saggio di risparmio sarà abbastanza elevato da superare gli effetti del deprezzamento, dell'incremento demografico e del progresso tecnologico. Stavolta non aumenta solo il numero dei lavoratori ma anche il numero di unità di efficienza per lavoratore e dunque il capitale andrà redistribuito su una platea ancora più ampia.

2.3.3 La crescita e lo stato stazionario in presenza di progresso tecnologico

Nella fase di transizione verso lo stato stazionario l'economia sperimenterà un tasso di crescita pari al seguente⁴²:

$$[38] g_y = (y_{t+1} - y_t) / y_t = [(k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n + g)k_t)^\alpha - (k_t)^\alpha] / (k_t)^\alpha$$

Così come la crescita demografica anche il progresso tecnologico provoca un effetto sul tasso di crescita verso lo stato stazionario. Il saggio di risparmio deve essere in grado di coprire anche il tasso di progresso tecnologico per rifornire ogni unità di efficienza che viene creata in ogni periodo con la stessa dotazione di capitale che avevano le unità di efficienza nel periodo precedente. Se il saggio di risparmio risulterà superiore a quello strettamente necessario per fare ciò, allora l'economia sperimenterà una crescita verso il proprio stato stazionario che viene dato dalla seguente condizione:

$$[39] sf(k) = (\delta + n + g)k$$

⁴⁰ La crescita delle unità di efficienza è data da: $\Delta(AL) / (AL) = \Delta A/A + \Delta L/L + (\Delta A/A)(\Delta L/L) = g + n + gn$. Poiché i tassi di crescita della popolazione e della tecnologia hanno dimensioni dell'ordine dell'unità percentuale, il fattore gn può essere trascurato e verrà in seguito omissso.

⁴¹ Per la dimostrazione analitica del risultato si rinvia alla sezione A2.3 dell'appendice in fondo al capitolo.

⁴² Partendo da un livello di capitale per unità di efficienza pari a k_t e sfruttando la [37], la dotazione di capitale per unità di efficienza nel periodo successivo sarà pari a: $k_{t+1} = k_t + \Delta k = k_t + sf(k_t) - (\delta + n + g)k_t$.

Da cui segue, nel caso di una funzione Cobb - Douglas, un reddito per occupato nel periodo $t+1$ pari a:

$$y_{t+1} = f(k_{t+1}) = (k_{t+1})^\alpha = (k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n + g)k_t)^\alpha.$$

Infine, seguendo lo stesso schema utilizzato nella sezione precedente per individuare la [28], il tasso di crescita del reddito per occupato sarà dato da: $g_y = (y_{t+1} - y_t) / y_t = [(k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n + g)k_t)^\alpha - (k_t)^\alpha] / (k_t)^\alpha$.

Dal punto di vista grafico si ottiene una retta ancora più inclinata di quella che comprendeva solo l'ammortamento e la crescita demografica perché ora include anche il tasso di progresso tecnologico.

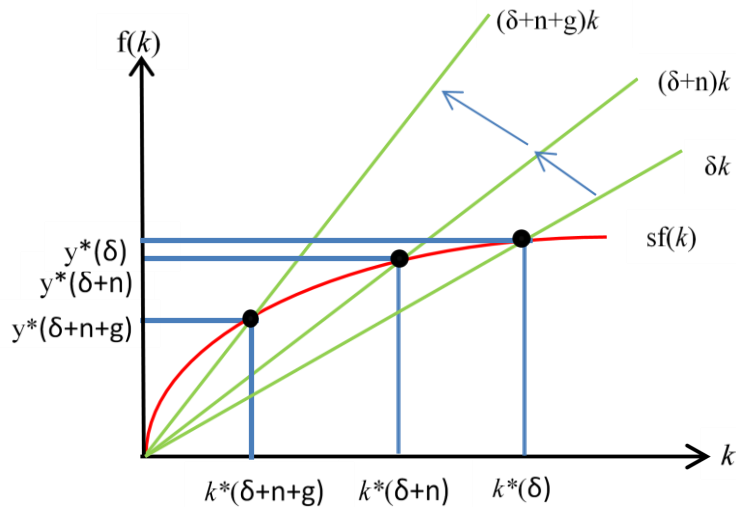


Figura 9: rappresentazione grafica del modello di Solow comprensivo di progresso tecnologico. In questo caso la retta di ammortamento comprende il deprezzamento, la crescita demografica e anche il progresso tecnologico, risultando ancora più ripida. A parità di saggio di risparmio si raggiunge uno stato stazionario in corrispondenza del quale il reddito e la dotazione di capitale per unità di efficienza sono inferiori ai livelli intercettati in assenza di progresso tecnologico. Si badi però che si sta parlando di reddito e capitale individuale in termini di unità di efficienza e non di singolo lavoratore!

La dotazione di capitale e il reddito per unità di efficienza in stato stazionario, saranno pari a:

$$[40] k^* = [s / (\delta+n+g)]^{1/(1-\alpha)}; [41] y^* = [s / (\delta+n+g)]^{\alpha/(1-\alpha)}$$

La [41] evidenzia, di nuovo, che il progresso tecnologico, *ceteris paribus*, porterebbe a un reddito di stato stazionario inferiore a quello raggiunto in sua assenza (si veda la [31]). Tuttavia occorre non farsi trarre in inganno dall'apparenza: ciò che viene ivi considerato è il reddito per unità di efficienza e non per occupato! Il progresso tecnologico ha effetti positivi sul reddito per occupato, come viene spiegato nel paragrafo successivo.

2.3.4 Gli effetti del progresso tecnologico sul prodotto per occupato

Una volta raggiunto lo stato stazionario la dotazione di capitale per unità di efficienza e il reddito per unità di efficienza cessano di crescere. Si badi che si stanno considerando le unità di efficienza, astratte rappresentazioni di capacità produttiva, mentre in realtà è chiaro che a percepire reddito siano i singoli lavoratori. La dotazione di capitale e il reddito per occupato di stato stazionario e in presenza di progresso tecnologico possono essere espresse come segue⁴³:

$$[42] k^* = k^*A; [43] y^* = y^*A$$

⁴³ La dotazione di capitale per unità di efficienza è definita dalla [36] come: $k = K / AL$. Ricordando che K / L non è altro che la definizione di dotazione di capitale per occupato (k) si ha che: $k = k / A$. Ossia, vale anche: $k = kA$. In stato stazionario vale ovviamente: $k^* = k^*A$. Procedendo in modo analogo, il prodotto per unità di efficienza è definito dalla [36] come: $y = Y / AL$. Ricordando che Y / L non è altro che la definizione di prodotto per occupato (y) si ha che: $y = y / A$. Quindi vale anche: $y = yA$. In stato stazionario si avrà ovviamente: $y^* = y^*A$.

Le ultime due relazioni portano ad una conclusione importante: in presenza di progresso tecnologico, anche in stato stazionario (che è, infatti, stazionario in relazione alle sole unità di efficienza) si verifica una crescita della dotazione di capitale per occupato e quindi del reddito per occupato. Infatti, il tasso di crescita del prodotto o del reddito per occupato, sarà⁴⁴:

$$[44] \quad g_y = \Delta A / A = g$$

Si aggiunge, per completezza, che anche la dotazione di capitale per occupato cresce allo stesso tasso g ⁴⁵.

Considerando che le unità di efficienza sono in aumento e che l'economia è in grado di continuare a rifornirle con la stessa dotazione di capitale, evidentemente i singoli lavoratori stanno beneficiando di un quantitativo di capitale a disposizione continuamente incrementato e quindi riescono a generare più produzione e più reddito. La crescita economica risultante è proprio pari al tasso del progresso tecnologico.

2.3.5 Gli effetti del progresso tecnologico sul prodotto aggregato

Spostando il punto di vista dell'analisi sulle grandezze aggregate va evidenziato che il progresso tecnologico ha effetti persino maggiori su esse. Se ogni singolo lavoratore sperimenta un incremento della dotazione di capitale e di reddito e il numero di lavoratori aumenta, ovviamente anche il sistema economico nel suo intero farà altrettanto. In sostanza, il sistema economico che è stato delineato in presenza di incremento demografico e progresso tecnologico, consente non solo di garantire una crescita di reddito costante ad ogni lavoratore ma riesce a farlo per un numero sempre crescente di lavoratori. Si riprenda, dalla [32] la relazione che lega il prodotto per occupato, y , con il prodotto aggregato del sistema economico:

$$[45] \quad Y = yL$$

Il tasso di crescita del prodotto aggregato, considerando che in stato stazionario ora y cresce al tasso g , sarà⁴⁶:

$$[46] \quad G_Y = \Delta Y / Y = g + n$$

Anche in questo caso lo stock di capitale cresce allo stesso tasso in cui cresce il prodotto aggregato, $g + n$ ⁴⁷.

2.3.6 Conclusioni

L'inserimento del progresso tecnologico (nella fattispecie del tipo labour – augmenting) nel modello di Solow consente di spiegare una crescita del prodotto (e quindi del reddito) per occupato persistente. Lo stato stazionario che viene raggiunto in questa ultima versione del modello è relativo alle unità di efficienza di lavoro e non ai singoli lavoratori che invece sperimentano una crescita continuativa del loro reddito. Nel

⁴⁴ Il tasso di crescita del prodotto per occupato è dato da: $g_y = \Delta y/y$. Sfruttando la definizione ricavata alla [43] è possibile esprimere y in relazione a Y e quindi ottenere: $g_y = \Delta y/y = \Delta(yA)/yA$. In stato stazionario per definizione y^* è costante e quindi vale: $g_y = y^*(\Delta A) / y^*A = \Delta A / A = g$.

⁴⁵ Il tasso di crescita della dotazione di capitale per occupato è dato da: $g_k = \Delta k/k$. Sfruttando la definizione ricavata alla [42] è possibile esprimere k in relazione a K e quindi ottenere: $g_k = \Delta k/k = \Delta(kA)/kA$. In stato stazionario per definizione k^* è costante e quindi vale: $g_k = k^*(\Delta A) / k^*A = \Delta A / A = g$.

⁴⁶ Il tasso di crescita del prodotto aggregato è dato da: $G_Y = \Delta Y/Y$. Ricordando che y è definito come Y/L e che quindi vale $Y = yL$, si ottiene: $G_Y = \Delta Y/Y = \Delta(yL)/yL = \Delta y/y + \Delta L/L + (\Delta y/y)(\Delta L/L) = g_y + n + g_y n$. Il fattore $g_y n$ è, anche in questo caso, considerato trascurabile per la sua dimensione relativamente piccola.

⁴⁷ Il tasso di crescita dello stock di capitale è dato da: $G_K = \Delta K/K$. Ricordando che k è definito come K/L e che quindi vale $K = kL$, si ottiene: $G_K = \Delta K/K = \Delta(kL)/kL = \Delta k/k + \Delta L/L + (\Delta k/k)(\Delta L/L) = g_k + n + g_k n$. Il fattore $g_k n$ è anche in questo caso considerato trascurabile per la sua dimensione relativamente piccola.

modello così integrato il tasso di crescita del reddito per occupato coincide con il tasso di crescita del progresso tecnologico, g .

Come già visto nel caso della crescita demografica, gli effetti sul prodotto aggregato sono ancora maggiori. Infatti, il prodotto aggregato cresce al tasso $g + n$ assommando gli effetti positivi della crescita demografica (che rende disponibile una sempre maggiore quantità di forza lavoro) e del progresso tecnologico (che rende sempre più produttivo ogni singolo lavoratore).

La previsione di una crescita persistente del reddito pro – capite è finalmente coerente con quanto avvenuto in quelli che oggi sono i paesi più sviluppati. In realtà, il modello, si spinge persino oltre: prevede, infatti, che la crescita economica sia possibile indefinitamente, almeno finché essa venga alimentata da un progresso tecnologico⁴⁸.

2.3.7 I risultati principali del modello di Solow tra risposte fornite e temi aperti

La tabella sottostante riassume le variabili principali che sono state ricavate mediante il modello nelle sue tre versioni: la versione base, quella con inclusione della crescita demografica e l'ultima che considera anche il progresso tecnologico.

Variabile	Modello base	Crescita demografica	Progresso tecnologico
Dinamica dell'accumulo di capitale: Δk o Δk	$sf(k_t) - \delta k_t$ (per occupato)	$sf(k_t) - (\delta + n)k_t$ (per occupato)	$sf(k_t) - (\delta + n + g)k_t$ (per unità efficienza)
Tasso di crescita nella transizione verso lo stato stazionario: g_y o g_y	$[(k_t + s(k_t)^\alpha - \delta k_t)^\alpha - k_t^\alpha] / k_t^\alpha$ (per occupato)	$[(k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n)k_t)^\alpha - k_t^\alpha] / k_t^\alpha$ (per occupato)	$[(k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n + g)k_t)^\alpha - k_t^\alpha] / k_t^\alpha$ (per unità di efficienza)
Dotazione di capitale in stato stazionario: $k^* = K/L$ o $k^* = K/AL$	$k^* = (s / \delta)^{1/(1-\alpha)}$ (per occupato)	$k^* = (s / (\delta + n))^{1/(1-\alpha)}$ (per occupato)	$k^* = (s / (\delta + n + g))^{1/(1-\alpha)}$ (per occupato)
Reddito in stato stazionario $y^* = Y/L$ o $y^* = Y/AL$	$y^* = (s / \delta)^{\alpha/(1-\alpha)}$ (per occupato)	$y^* = (s / (\delta + n))^{\alpha/(1-\alpha)}$ (per occupato)	$y^* = (s / (\delta + n + g))^{\alpha/(1-\alpha)}$ (per occupato)
Tasso di crescita del prodotto per occupato nel lungo periodo: g_y	0	0	G
Tasso di crescita del prodotto aggregato nel lungo periodo: G_Y	0	n	n + g

Tabella 1: risultati analitici relativi alle variabili fondamentali del modello di Solow.

⁴⁸ Si rimanda al capitolo 5 per approfondire l'argomento.

Il modello di Solow suddivide la dinamica della crescita economica in due fasi. La prima, transitoria, è caratterizzata dall'accumulo del fattore capitale nel tempo che porta il sistema economico a raggiungere un certo stato stazionario in corrispondenza del quale restano individuati un preciso livello di dotazione di capitale e di reddito. Sia il tasso di crescita verso lo stato stazionario che il livello di reddito cui si giunge sono determinati, secondo il modello di Solow da alcune variabili strutturali dell'economia: il saggio di risparmio, il tasso di ammortamento, la crescita demografica e il tasso di progresso tecnologico. Spesso si assume che le capacità di ammortamento non varino tra i paesi in modo significativo e che il progresso tecnologico sia una risorsa disponibile in egual modo e condivisa tra tutti i paesi. Quindi le differenze nei livelli di reddito pro-capite andrebbero imputate alle differenze nei saggi di risparmio e nei tassi di crescita demografica. In particolare i paesi più ricchi dovrebbero essere quelli cui si investe molto e la popolazione cresce poco.

Una volta raggiunto lo stato stazionario si avvia una seconda fase per l'economia che può crescere solo se trainata dal progresso tecnologico: in particolare il reddito pro-capite crescerà allo stesso tasso del progresso tecnologico e il reddito aggregato crescerà ad un tasso dato dalla somma della crescita demografica e del progresso tecnologico. Se si assume ancora che la tecnologia venga condivisa tra i paesi, allora tutti i paesi cresceranno allo stesso tasso. Questa seconda fase di crescita è detta bilanciata, poiché tutte le variabili coinvolte nella crescita, il livello tecnologico, lo stock di capitale fisico e il reddito, crescono allo stesso tasso.

Il modello di Solow, quindi, fornisce delle risposte a tutti i quesiti che ci si è posti nell'introduzione: i paesi presentano livelli di ricchezza diversi perché hanno saggi di risparmio e tassi di crescita demografica diversi, la convergenza prevista dal modello è solo condizionata (per quei paesi che condividono uno stesso stato stazionario) e in teoria, se il progresso tecnologico non dovesse arrestarsi, sarebbe possibile una crescita perpetua.

Occorre ora verificare se le previsioni del modello siano aderenti con la realtà fattuale e approfondire i temi proposti mediante altre fonti e verifiche empiriche. In particolare, si indagherà nel terzo capitolo se le variabili individuate da Solow siano sufficienti a spiegare i diversi livelli di ricchezza che si osservano nei vari paesi e nel quarto ci si soffermerà sull'ipotesi di convergenza. Il quinto capitolo, infine, analizzerà la critica avanzata dai modelli di crescita endogena al modello di Solow, accusato di aver interamente attribuito la crescita di lungo periodo ad una determinante che non deriva da meccanismi economici ma viene provvista esogenamente.

APPENDICE AL CAPITOLO 2

A2.1 La funzione di produzione in forma intensiva

La funzione di produzione in forma intensiva $y = f(k)$ esprime il livello di produzione realizzato dal singolo lavoratore che dispone di una certa quantità di capitale (dotazione di capitale). Graficamente non vi sono modifiche nella forma della curva rispetto alla funzione di produzione aggregata $Y = F(K,L)$ (descritta dalla figura 4) ma ora l'asse delle ascisse ospita la dotazione di capitale (e non più lo stock di capitale aggregato) e l'asse delle ordinate indica il prodotto (o il reddito) per singolo lavoratore. Restano valide tutte le ipotesi circa la produttività marginale del capitale e quindi all'aumento di k cresce anche y ma secondo la legge della produttività marginale decrescente.

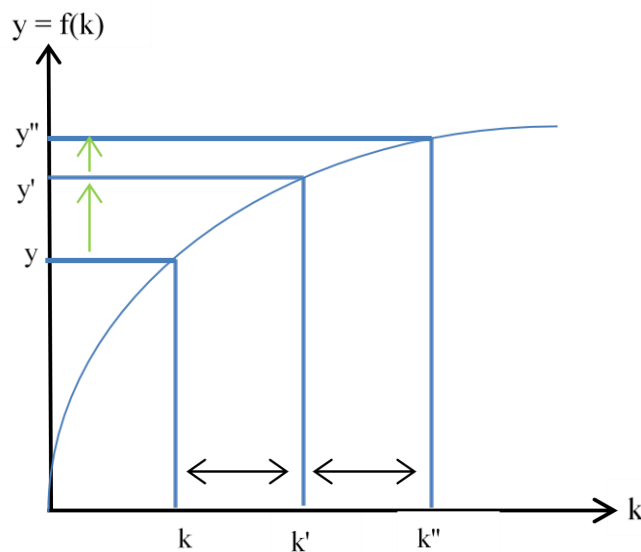


Figura 10: rappresentazione grafica della funzione di produzione per occupato. Restano valide tutte le ipotesi formulate per la funzione di produzione aggregata. Se la dotazione di capitale k aumenta a k' e a k'' , di conseguenza aumenterà anche il prodotto per lavoratore, da y a y' e a y'' (produttività marginale positiva di k). Tuttavia, a parità di aumento di dotazione da k a k' e da k' a k'' , si assiste ad un aumento inferiore da y' a y'' rispetto alla variazione che era avvenuta tra y e y' (produttività marginale decrescente di k).

A2.2 Dimostrazione analitica della dinamica della dotazione di capitale in presenza di crescita demografica.

Di seguito si espone, come richiamato dalla nota 34, la derivazione analitica della [27], ossia dell'espressione che descrive la dinamica della dotazione di capitale in presenza di crescita demografica.

Espandendo la [18] al caso aggregato e partendo da uno stock di capitale pari a K_t al tempo t , lo stock di capitale di cui disporrà l'economia nel periodo successivo sarà:

$$K_{t+1} = K_t + sF(K,L) - \delta K$$

Ciò genera una variazione dello stock di capitale tra i due periodi che richiama esattamente la [19]:

$$\Delta K = K_{t+1} - K_t = K_t + sF(K,L) - \delta K - K_t = sF(K,L) - \delta K$$

Assumendo un livello di partenza del numero degli occupati al tempo t pari ad L ed una crescita demografica pari ad n , si ottiene una misura della forza lavoro nel periodo successivo pari a:

$$L_{t+1} = L_t + n \cdot L_t = (1 + n)L_t$$

L'incremento di forza lavoro sperimentato tra i due periodi è dunque:

$$\Delta L = L_{t+1} - L_t = (1 + n)L_t - L_t = nL_t$$

La variazione della dotazione di capitale per occupato tra un periodo e l'altro è data dalla seguente formula:

$$\Delta k = \Delta(K/L) = \Delta K[\Delta(K/L)/\Delta K] + \Delta L[\Delta(K/L)/\Delta L]$$

in cui le espressioni tra parentesi quadrate indicano le derivate del rapporto K/L rispetto a K e rispetto ad L.

In particolare risulta:

$$\Delta(K/L)/\Delta K = 1/L$$

$$\Delta(K/L)/\Delta L = K \cdot (-1/L^2)$$

Sostituendo nella formula della dotazione di capitale le espressioni di ΔK e di ΔL e le due relazioni appena illustrate si ottiene facilmente la seguente espressione per la variazione della dotazione di capitale per singolo occupato:

$$\begin{aligned} \Delta k &= (sF(K,L) - \delta K) (1/L) + nL/K(-1/L^2) = [sF(K,L) - \delta K - nK] / L \\ &= [sF(K,L)] / L - (\delta + n)K / L = sf(k) - (\delta + n)k \end{aligned}$$

Nell'ultimo passaggio gli elementi $F(K,L) / L$ e K/L sono stati sostituiti per definizione con $f(k)$ e k .

A2.3 Dimostrazione analitica della dinamica della dotazione di capitale in presenza di crescita demografica e di progresso tecnologico.

Di seguito si espone, come richiamato dalla nota 41, la derivazione analitica della [37], ossia dell'espressione che descrive la dinamica della dotazione di capitale in presenza di crescita demografica. Il procedimento è del tutto analogo a quello utilizzato nel caso precedente che considerava la sola crescita demografica ma in quel caso ci si riferiva al capitale per occupato mentre ora si prende in esame il capitale per unità di efficienza.

Lo stock di capitale totale nel periodo $t+1$, ipotizzando di partire da uno stock di capitale al tempo iniziale t pari a K_t è dato da:

$$K_{t+1} = K_t + sF(K,L) - \delta K$$

Ciò genera una variazione dello stock di capitale tra i due periodi pari a:

$$\Delta K = K_{t+1} - K_t = K_t + sF(K,L) - \delta K - K_t = sF(K,L) - \delta K$$

La quantità di unità di efficienza presenti nel periodo $t+1$ è data da:

$$(AL)_{t+1} = AL_t + (n + g)AL_t = (1 + n + g)L_t$$

L'incremento delle unità di efficienza che si verifica tra il periodo t e il periodo $t+1$ è dunque:

$$\Delta(AL) = AL_{t+1} - AL_t = (1 + n + g)AL_t - AL_t = (n + g)AL_t$$

La variazione della dotazione di capitale per unità di efficienza tra un periodo e l'altro è data dalla seguente formula:

$$\Delta k = \Delta(K/AL) = \Delta K[\Delta(K/AL)/\Delta K] + \Delta AL[\Delta(K/AL)/\Delta AL]$$

in cui le espressioni tra parentesi quadrate indicano le derivate del rapporto K/AL rispetto a K e rispetto ad AL. In particolare risulta:

$$\Delta(K/AL) / \Delta K = 1/AL$$

$$\Delta(K/AL) / \Delta AL = K[-1/(AL)^2]$$

Ora il procedimento è davvero analogo a quello già utilizzato nella sezione precedente. Sostituendo nell'espressione della dinamica della dotazione di capitale per unità di efficienza le espressioni di ΔK e di ΔAL e le due relazioni appena illustrate si ottiene facilmente:

$$\begin{aligned} [\Delta k = (sF(K,AL) - \delta K) (1/AL) + (n + g)AL K[-1/(AL)^2]] &= [sF(K,AL) - \delta K - (n + g)K] / AL \\ &= [sF(K,AL)] / AL - (\delta + n + g)K / AL = sf(k) - (\delta + n + g)k \end{aligned}$$

Nell'ultimo passaggio gli elementi $F(K,AL) / AL$ e K/AL sono stati sostituiti per definizione con $f(k)$ e k .

CAPITOLO 3: LE DIFFERENZE NEI LIVELLI DI REDDITO. PERCHE' ALCUNI PAESI SONO PIU' RICCHI DI ALTRI?

Avendo illustrato il meccanismo della crescita e le variabili che la determinano secondo il modello di Solow, è ora necessario mostrare se le previsioni teoriche godano di un riscontro positivo nella realtà. In questo capitolo ci si occuperà del tema delle differenze di reddito. Perché alcuni paesi hanno raggiunto livelli di reddito pro – capite decisamente alti mentre altri vivono tuttora in condizioni di povertà? Il modello di Solow fornisce una risposta a tal proposito individuando nel risparmio e nella crescita demografica le due variabili chiave per la determinazione del reddito pro – capite. Queste variabili sono sufficienti per spiegare le grandi differenze di reddito che possono essere osservate?

Due studi vengono in aiuto per rispondere a questa domanda. L'analisi statistica operata da Mankiw, Romer e Weil evidenzia la necessità di aggiungere una variabile ulteriore che induce effetti positivi nella capacità esplicativa del modello: il capitale umano. Hall e Jones, seguendo un diverso approccio basato sul metodo della “contabilità della crescita” confermano l'esistenza del cosiddetto “residuo di Solow” e attribuiscono alla produttività residua il ruolo di variabile fondamentale per la determinazione del reddito: in particolare secondo i due autori la produttività generale è determinata da un fattore definito “social infrastructure”.

Anche altri studi hanno tentato di catturare le cause delle differenze nella produttività tra i paesi: tra le risposte proposte vi sono fattori geografici, istituzionali e di adozione delle nuove tecnologie.

3.1 IL TEST SUL MODELLO DI SOLOW

3.1.1 Le implicazioni del modello di Solow e il test statistico

Il modello di Solow offre una previsione piuttosto precisa del livello di reddito che dovrebbe raggiungere un paese. Riprendendo la [41] e volendo ottenere un'espressione più significativa, si ha⁴⁹:

$$[47] y^* = A[s / (\delta+n+g)]^{\alpha(1-\alpha)}$$

La [47] esprime il livello di reddito per occupato in stato stazionario. Il modello di Solow prevede che il reddito per occupato di un dato paese sia funzione positiva del suo saggio risparmio e negativa della sua crescita demografica ed inoltre proporzionale ad un fattore di sviluppo tecnologico. Le differenze tra i paesi devono allora derivare da differenze nei saggi di risparmio, nella crescita della popolazione e nella tecnologia che hanno a disposizione. Inizialmente si considera condiviso tra tutti i paesi il parametro tecnologico. Rimangono, dunque, l'investimento e la crescita demografica: queste due variabili hanno un impatto nella determinazione del livello di reddito? Inoltre, l'intera variabilità del reddito osservabile tra i paesi può essere attribuita ad esse?

Per verificare se e in quale misura le variabili proposte da Solow determinino il reddito si può ricorrere ad un metodo statistico. Esso consiste in una regressione, operata mediante il metodo dei minimi quadrati, del reddito per occupato (considerato come variabile dipendente) sulle variabili indipendenti previste dal modello di Solow (risparmio, crescita demografica, ammortamento e progresso tecnologico). In particolare, partendo dalla [47] è possibile ottenere un'espressione che sia direttamente stimabile, passando ai logaritmi⁵⁰:

$$[48] \ln(y^*) = \ln(A) + \alpha(1-\alpha)\ln(s) - \alpha(1-\alpha)\ln(\delta + n + g)$$

A questo punto, disponendo di dati sulle variabili indipendenti e sul livello di reddito raggiunto in un determinato periodo⁵¹ per un campione di paesi, è possibile procedere in due modi:

1. stimare il valore dei coefficienti delle variabili indipendenti senza imporre alcuna restrizione sul loro valore, in modo da verificare la significatività e il segno del loro impatto su y (in tal caso i coefficienti di $\ln(s)$ e di $\ln(\delta + n + g)$ sono genericamente rappresentabili con i parametri a_1 e a_2);
2. stimare il valore dei coefficienti delle variabili indipendenti imponendo che abbiano lo stesso valore assoluto ma segno opposto, così come proposto dal modello e formalizzato dalla [48]. Seguendo questo secondo approccio è possibile calcolare il valore di α implicato dalla stima. Si ricordi che il

⁴⁹ L'espressione alla [47] è ottenuta partendo dal reddito per unità di efficienza (equazione [41]) e sfruttando la relazione alla [43] secondo cui il reddito per occupato non è altro che il reddito per unità di efficienza moltiplicato per il fattore tecnologico A .

⁵⁰ Il passaggio ai logaritmi della [47] permette di ottenere la seguente espressione: $\ln(y^*) = \ln[A[s / (\delta+n+g)]^{\alpha(1-\alpha)}$. La [48] è ottenuta a partire dalla [47] sfruttando semplicemente le proprietà dei logaritmi. Quando l'argomento del logaritmo è costituito da prodotti e quozienti, il singolo logaritmo può essere scomposto nella somma e nella differenza di più logaritmi separati, come segue: $\ln(y^*) = \ln(A) + \ln[(s)^{\alpha(1-\alpha)}] - \ln[(\delta+n+g)^{\alpha(1-\alpha)}]$. Un'altra proprietà dei logaritmi consiste nella possibilità di trasformare l'esponente dell'argomento in un fattore moltiplicativo del logaritmo. Sfruttando anche questa proprietà si giunge alla [48].

⁵¹ Si badi che per come viene impostata la regressione essa ipotizza implicitamente che il reddito considerato sia quello di stato stazionario. Per una regressione più coerente con eventuali dinamiche esterne allo stato stazionario si rinvia al test di convergenza illustrato nel capitolo successivo.

fattore α ha un significato economico ben preciso: esso rappresenta la quota di reddito destinata alla remunerazione del capitale, storicamente pari a circa un terzo⁵². Se il meccanismo sottostante al modello di Solow fosse attendibile, le stime dei coefficienti dovrebbero mostrarsi coerenti con il loro significato economico: ossia dovrebbero includere un valore di α vicino ad un terzo e quindi assumere valori rispettivamente pari a 0.5 e -0.5⁵³.

3.1.2 Le stime di Mankiw, Romer e Weil

Il metodo appena illustrato venne seguito da tre economisti, N. Gregory Mankiw, David Romer e David N. Weil in un famoso lavoro intitolato “*A Contribution to The Empirics of Economic Growth*” del 1992 (di seguito, Mankiw et al. [1992]).

Essi considerarono i dati sul reddito per occupato e sulle altre variabili considerate da Solow per tre campioni di paesi. Nel primo vennero inclusi 98 paesi di cui si aveva la maggior disponibilità in termini di dati e nei quali non venivano considerati quelli in cui l’output dell’industria petrolifera rappresentava una parte consistente del prodotto aggregato⁵⁴. Il secondo campione è leggermente ridotto e comprende i 75 paesi che presentavano i dati più attendibili e che avevano una popolazione superiore a un milione di abitanti. Il terzo campione è ulteriormente ridotto ai 22 paesi del campione facenti parte dell’Ocse⁵⁵ con popolazione superiore a un milione di abitanti nell’anno 1960.

L’equazione stimata è la seguente:

$$[49] \ln(y^*) = a_0 + a_1 \ln(s) - a_2 \ln(\delta + n + g) + \epsilon$$

Nella [49] il termine $\ln(A)$, che include non solo il livello tecnologico ma anche altri fattori (come la disponibilità di risorse naturali, il clima, la qualità delle istituzioni), viene scomposto in due elementi, una costante “a” e un termine specifico per ciascun paese, “ ϵ ”⁵⁶.

I dati provengono dal set messo a disposizione da Summers e Heston [1988] e coprono il periodo tra il 1960 e il 1985. Con y si indica il reddito per occupato raggiunto dai vari paesi nel 1985, con s la media annuale dei tassi di investimento in rapporto al Pil e con n la media annuale del tasso di crescita della popolazione in età lavorativa. La somma dei tassi di ammortamento e di progresso tecnologico venne assunta

⁵² Come specificato nell’introduzione.

⁵³ Seguendo un approccio diverso, sarebbe possibile assegnare a priori al fattore α il valore preciso della quota di reddito destinata al capitale e calcolare direttamente l’impatto esplicativo delle variabili individuate sul reddito: questo procedimento è più vicino ad un approccio contabile, che verrà proposto in seguito per dimostrare l’esistenza di una parte di variabilità del reddito che non può essere spiegata dalle sole variabili individuate (nel qual caso verranno considerati, però, direttamente i fattori produttivi e non i tassi di investimento e di crescita demografica).

⁵⁴ Se i paesi derivano gran parte della propria ricchezza da un settore basato sulla presenza di risorse naturali, il meccanismo proposto da Solow non impatta molto nel contribuire a spiegare la dinamica del reddito e della crescita. Perciò è usuale escludere tali pesi da test come questi.

⁵⁵ L’Ocse (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico) è un’organizzazione internazionale comprendente i paesi maggiormente industrializzati e che condividono un sistema politico democratico e un’economia di mercato.

⁵⁶ In particolare i tre economisti specificano l’ulteriore ipotesi (peraltro piuttosto forte e criticata da altri economisti) che il termine ϵ sia incorrelato con le variabili indipendenti: se così non fosse la regressione risulterebbe distorta.

pari a 0,05⁵⁷: in tal modo gli unici parametri che variano tra i paesi restano il tasso di investimento e il tasso di crescita demografica.

I coefficienti derivanti dalla regressione libera presentavano i segni predetti dal modello di Solow: l'investimento e la crescita demografica sembravano avere effettivamente un impatto positivo e negativo sul reddito per occupato dei paesi. Ossia, si evidenziava una relazione positiva tra il valore del reddito raggiunto nel 1985 e i tassi di risparmio osservati nei 25 anni precedenti, mentre il tasso di crescita demografica registrato nel periodo dal 1960 al 1985 risultava negativamente legato al reddito conseguito alla fine del periodo. Tuttavia, la regressione si mostrava statisticamente significativa solo in due campioni su tre: l'indice di determinazione nel campione Ocse era molto piccolo.

Per quanto riguarda la regressione con la restrizione sui coefficienti si evidenziava che tale restrizione non veniva rigettata in nessun campione: ciò significava che era statisticamente attendibile prevedere coefficienti di stesso valore assoluto ma segno opposto. Tuttavia la stima implicata del fattore α era di gran lunga superiore a quella attesa e le ridotte deviazioni standard ottenute non lasciavano spazio ad approssimazioni: per due campioni su tre veniva stimata una quota di reddito destinata al capitale pari a circa il 60%, contro il valore atteso di un terzo⁵⁸.

3.1.3 Conclusioni

In sostanza, il test condotto da Mankiw et al. [1992] forniva evidenze a favore delle variabili individuate da Solow come determinanti del reddito: in tutti i casi il risparmio dimostrava di incidere positivamente sul reddito e viceversa la crescita demografica. Inoltre, per due campioni su tre, era possibile spiegare il 60% della variabilità del reddito tra i paesi sulla base delle differenze di queste due variabili. Tuttavia, il test implicava un valore di α troppo lontano da quello atteso. Inoltre, gli autori sottolineavano che l'imposizione del valore atteso di α nella regressione⁵⁹ provocava (in particolare nel campione intermedio) un drastico calo dell'indice di determinazione, ossia nella capacità delle due variabili di spiegare il reddito. Il modello di Solow sembra quindi predire correttamente l'impatto del risparmio e della crescita demografica sul reddito. Tuttavia, esse risultano non sufficienti per spiegare interamente le dimensioni del reddito.

⁵⁷ Il valore viene derivato dagli economisti a partire dai dati disponibili. Per quanto riguarda il tasso di ammortamento si fa riferimento alle stime di Romer che lo ipotizzano tra il 3% e il 4% su un campione ampio di paesi. Un dato pari al 3% è in particolare coerente con l'evidenza degli Stati Uniti (in cui il deprezzamento del capitale è pari al 10% sul Pil e il rapporto tra capitale e reddito è pari a 3). Per quanto riguarda il tasso di progresso tecnologico si considera che la crescita annua del reddito pro-capite è in media pari all'1.7% nel secondo campione di paesi e al 2.2% negli Stati Uniti: viene dunque proposto un valore medio pari al 2%. La somma dei due tassi è il 5% ipotizzato.

⁵⁸ Si rinvia alla "Tavola 1" dell'appendice in fondo al capitolo per i risultati dettagliati del test.

⁵⁹ In questa ulteriore operazione statistica viene seguito l'approccio esposto alla nota 53.

3.2 IL MODELLO DI SOLOW AUMENTATO CON CAPITALE UMANO

3.2.1 Il capitale umano: il modello aumentato

Muovendo dai risultati ottenuti testando il modello di Solow, Mankiw et al. [1992] proposero di includere una nuova variabile tra le determinanti del reddito: il capitale umano. Per capitale umano si intende il livello qualitativo della forza lavoro: le unità di lavoro, se equipaggiate mediamente con un differente livello di capitale umano, possono avere produttività decisamente diverse da paese a paese. Un lavoratore più specializzato o meglio istruito può apportare un valore aggiunto notevole e questo può determinare una grande differenza nei redditi.

Il capitale umano è una variabile difficile da misurare. Si può parlare di capitale umano includendo fattori come l'istruzione, la specializzazione e tutto ciò che può contribuire a migliorare e rendere maggiormente qualificato il lavoro. Quantificare l'investimento in capitale umano è altrettanto complicato. È possibile utilizzare una "proxy"⁶⁰ dell'accumulazione di capitale umano che consiste nella percentuale della popolazione che, nonostante sia in età lavorativa, stia ancora ricevendo un'istruzione. Per farlo i tre economisti moltiplicano la percentuale della popolazione con età compresa tra i 12 e i 17 anni che è iscritta in una scuola superiore per la quota di popolazione in età lavorativa compresa tra i 15 e i 19 anni⁶¹, intendendo capire quanti di quelli che potrebbero lavorare in realtà stiano ancora studiando.

Per considerare il capitale umano occorre dapprima modificare la funzione di produzione Cobb – Douglas presentata alla [34] e includervi questa ulteriore variabile:

$$[50] Y = F(K,L,H) = (AL)^{(1-\alpha-\beta)} K^\alpha H^\beta$$

Questa nuova funzione di produzione, in cui H indica il livello di capitale umano, conserva tutte le caratteristiche usuali: in particolare si assume che $\alpha + \beta$ sia minore di uno e quindi le produttività marginali dei singoli fattori risultano decrescenti e i rendimenti di scala sono costanti⁶².

Passando alla forma intensiva, in termini di unità di efficienza, si ottiene⁶³:

$$[51] y = f(k,h) = k^\alpha h^\beta$$

Nella precedente y indica, usualmente, il reddito o il prodotto per unità di efficienza, k e h sono, rispettivamente, la dotazione di capitale fisico e di capitale umano per unità di efficienza.

La dinamica delle dotazioni di capitale fisico e di capitale umano riflette la stessa logica presentata nel secondo capitolo.

⁶⁰ Una proxy è una variabile, non di diretto interesse, che viene considerata per approssimarne un'altra, di diretto interesse ma di difficile osservazione o misurazione.

⁶¹ Gli autori sottolineano l'incoerenza di fondo dei dati poiché vengono considerati ambiti di età differenti. Tuttavia, se la variabile che essi ottengono in questo modo è comunque, in qualche maniera, proporzionale all'investimento in capitale umano, usare tale variabile non distorcerà la stima del modello e il fattore di errore si riverserà, al più, sull'intercetta ($a + \epsilon$).

⁶² I rendimenti di scala costanti sono garantiti dal fatto che la somma degli esponenti è pari ad uno. Si noti che anche la produttività marginale dei fattori capitale fisico e umano considerati congiuntamente è decrescente, poiché $(\alpha + \beta) < 1$.

⁶³ Per ottenere la [51] si parta dalla [50] e la si divida per le unità di efficienza: $Y / AL = F(K,L,H) / AL = [(AL)^{(1-\alpha-\beta)} K^\alpha H^\beta] / AL = AL^{-(\alpha+\beta)} K^\alpha H^\beta = (K/AL)^\alpha (H/AL)^\beta = k^\alpha h^\beta$.

Ora, però, una parte del risparmio (s_k) verrà destinata all'accumulazione di capitale fisico ed un'altra parte (s_h) all'accumulazione di capitale umano. Si avranno quindi due distinte equazioni:

$$[52] \Delta k = s_k f(k, h) - (\delta + n + g)k$$

$$[53] \Delta h = s_h f(k, h) - (\delta + n + g)h$$

Come al solito, la dinamica della crescita porta la dotazione di capitale fisico e umano a crescere se il saggio di risparmio è maggiore di quello minimo sufficiente a coprire gli effetti di δ , n e g e continua fino allo stato stazionario in cui s riesce solo a rifornire le unità di efficienza, senza accumulo ulteriore. In tale stato stazionario vengono individuati un preciso livello di capitale fisico e umano per unità di efficienza⁶⁴:

$$[54] k^* = [(s_k^{1-\beta} s_h^\beta) / (\delta + n + g)]^{1/(1-\alpha-\beta)}$$

$$[55] h^* = [(s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}) / (\delta + n + g)]^{1/(1-\alpha-\beta)}$$

Il reddito di stato stazionario sarà allora pari a⁶⁵:

$$[56] y^* = A[(s_k^\alpha s_h^\beta) / (\delta + n + g)^{(\alpha+\beta)}]^{1/(1-\alpha-\beta)}$$

In questo modello di Solow aumentato con l'inclusione del capitale umano, il reddito per occupato è proporzione diretta del livello tecnologico, dell'investimento in capitale fisico e in capitale umano secondo le rispettive elasticità (α , β) e, usualmente, proporzione inversa della somma di tasso di ammortamento, crescita demografica e progresso tecnologico. Nella sostanza delle determinanti, nulla cambia rispetto al modello classico (si veda l'analogia [47]): tuttavia, ora si esplicita il fatto che il risparmio può dirigersi verso il capitale fisico o verso quello umano e muta la misura delle elasticità.

3.2.2 La regressione del modello aumentato

Mankiw et al. [1992] procedono in seguito ad operare la regressione del modello aumentato con il capitale umano per verificare se l'inserimento di questa variabile ulteriore ne migliori le performance esplicative e predittive. Per ottenere un'equazione direttamente stimabile si passa nuovamente ai logaritmi:

$$[57] \ln(y^*) = a - (\alpha+\beta)/(1-\alpha-\beta)\ln(\delta + n + g) + \alpha/(1-\alpha-\beta)\ln(s_k) + \beta/(1-\alpha-\beta)\ln(s_h) + \epsilon$$

Occorre immediatamente notare gli effetti comportati dall'aggiunta del capitale umano. Nella regressione precedente il coefficiente del risparmio (che era destinato interamente al capitale fisico) era pari a $\alpha/(1-\alpha)$ mentre nella regressione con modello aumentato il coefficiente di s_k è pari a $\alpha/(1-\alpha-\beta)$: avendo un denominatore minore esso ha un valore maggiore del coefficiente precedente. In sostanza, tenere in considerazione il ruolo del capitale umano ha come conseguenza quella di aumentare l'impatto previsto dell'accumulazione di capitale fisico sulla variabile indipendente reddito. L'inserimento del capitale umano modifica anche il coefficiente del fattore $(\delta + n + g)$ che nella regressione precedente era pari a $\alpha/(1-\alpha)$ mentre ora è pari a $(\alpha+\beta)/(1-\alpha-\beta)$: il nuovo coefficiente è maggiore in valore assoluto del precedente, quindi anche le variabili che dovrebbero incidere negativamente sul reddito hanno ora un impatto previsto maggiore

⁶⁴ Per giungere alla [54] si imponga la condizione di stato stazionario e si sfrutti la funzione di produzione Cobb – Douglas. Si proceda analogamente per la determinazione della [55].

⁶⁵ Per giungere alla [56] si inseriscano le espressioni di k^* e h^* ricavate alle [54] e [55] nella [51] per ottenere $y^* = [(s_k^\alpha s_h^\beta) / (\delta + n + g)^{(\alpha+\beta)}]^{1/(1-\alpha-\beta)}$: questo è il reddito di stato stazionario per unità di efficienza. Infine, per ricavare il reddito di stato stazionario per occupato, si sfrutti la relazione che lega il reddito per unità di efficienza al reddito per occupato, ormai noto dalla [43] $y = yA$.

sullo stesso. Queste considerazioni possono spiegare il valore troppo elevato di α che era stato ricavato nella regressione precedente⁶⁶.

Inoltre, nella regressione precedente si era ipotizzato che il termine di errore non fosse serialmente correlato con le variabili indipendenti. In realtà il livello di capitale umano potrebbe essere all'interno di quell'insieme di parametri che compongono il fattore A. In questo caso occorre considerare che il termine di errore non sarebbe serialmente non correlato con le variabili indipendenti perché comprenderebbe un fattore, il capitale umano, che è plausibilmente correlato con il risparmio e la crescita demografica, come mostrato dalla [55]. Se così fosse, la stima dei coefficienti risulterebbe distorta e ciò spiegherebbe ulteriormente i valori inattesi di α .

I risultati ottenuti dalla regressione del modello aumentato sono migliori di quelli del modello precedente. Ancora una volta si effettua una regressione libera e una con restrizione. La regressione libera mette di nuovo in luce il fatto che l'investimento sia positivamente correlato con il reddito: sia l'investimento in capitale fisico che quello in capitale umano presentano coefficienti significativi e con segno positivo. La crescita demografica, invece, impatta significativamente ma negativamente sui livelli di reddito.

La restrizione che viene operata in seguito sulla regressione consiste nel vincolo secondo cui la somma dei coefficienti delle variabili indipendenti debba essere pari ad uno, per coerenza formale con l'equazione alla [57]. La restrizione non viene rigettata per nessuno dei campioni considerati e produce stime dei valori di α e β vicine ad un terzo per il campione maggiore e per quello intermedio. La stima di α è quindi coerente con la misura della quota di reddito destinata a remunerare il capitale. Per valutare la veridicità della stima di β si pensi che negli Stati Uniti il salario minimo (ipoteticamente considerabile come remunerazione del lavoro non specializzato) varia dal 30% al 50% del salario medio percepito nel settore manifatturiero (nel quale è ipoteticamente presente un maggiore grado di specializzazione e quindi un certo livello di capitale umano). Di conseguenza una quota compresa tra circa il 50% e il 70% della remunerazione del fattore lavoro dovrebbe essere destinata a ricompensare il capitale umano. Il fattore β dovrebbe quindi variare da un terzo ad un mezzo: la stima a posteriori del modello presenta un valore plausibile con quello ipotizzabile a priori.

In entrambe le regressioni si nota un miglioramento della performance delle variabili indipendenti in termini della loro capacità esplicativa della variabile dipendente reddito. In due campioni su tre quasi l'80% della variabilità del reddito tra i paesi può essere spiegata dalle differenze nell'investimento in capitale fisico e in capitale umano e nei diversi tassi di crescita demografica.

Ancora una volta, invece, il campione dei paesi Ocse mostra coefficienti meno significativi e l'indice di determinazione associato ad esso è decisamente basso. Il modello di Solow nella sua versione aumentata riesce a spiegare molto bene da quali fattori derivino le differenze di reddito tra i paesi se il campione è sufficientemente ampio ma fallisce se lo si restringe ai paesi più avanzati⁶⁷.

⁶⁶ I coefficienti che vengono previsti ora sono maggiori di quelli previsti precedentemente. I coefficienti stimati in precedenza determinavano valori eccessivamente alti di α perché attribuivano solo ad esso degli effetti che probabilmente andrebbero ripartiti anche con il parametro β .

⁶⁷ Si rinvia alla "Tavola 2" dell'appendice in fondo al capitolo per i risultati dettagliati del test.

3.2.3 La funzione di produzione che emerge dal test

Una funzione di produzione rappresentativa del modello aumentato proposto da Mankiw et al. [1992] e coerente con i risultati ottenuti è la seguente:

$$[58] Y = F(K,L,H) = K^{(1/3)}L^{(1/3)}H^{(1/3)}$$

Questa è una particolare funzione di produzione Cobb – Douglas che include tre fattori produttivi: capitale fisico, lavoro e capitale umano. L'output (e il reddito) di un sistema economico è determinato non solo da quanti lavoratori sono impiegati e da quanto capitale è a disposizione di ogni singolo lavoratore: emerge ora anche il ruolo determinante del livello di capitale umano che caratterizza la forza lavoro. I tre fattori presentano la medesima elasticità al reddito, pari ad 1/3. Considerando che la quota destinata al capitale umano remunera comunque i lavoratori, il reddito verrebbe destinato al capitale e al lavoro nella misura di 1/3 e 2/3. Ciò è piuttosto coerente con i riscontri reali che attribuiscono al capitale e al lavoro quote di partecipazione al reddito pari al 30% e al 70%.

3.2.4 Conclusioni

I risultati dei test empirici condotti da Mankiw et al. (1992) accordano una certa validità al modello di Solow per quanto riguarda l'individuazione delle determinanti del livello di reddito per occupato. Il modello di Solow sembra individuare le giuste variabili e predirne correttamente l'incidenza (positiva per il risparmio e negativa per la crescita demografica): i campioni più ampi assegnano una capacità di spiegazione molto elevata al modello. Tuttavia, la stima dell'elasticità del reddito al capitale implicata dal test si rivela maggiore di quello che ci si attenderebbe in base all'evidenza storica. I tre economisti propongono di inserire un'ulteriore variabile: il capitale umano. Il modello aumentato con il capitale umano dimostra di reggere meglio il confronto con i dati reali: considerandolo, i valori dei parametri di elasticità del reddito ai fattori si avvicinano a quelli previsti sulla base delle quote di reddito destinate alla remunerazione dei fattori. Tre variabili, da sole, sono in grado di spiegare l'80% della variabilità esistente tra i redditi dei paesi: il risparmio, la crescita demografica e il livello d'istruzione.

Resta deludente la capacità del modello, anche di quello aumentato, di spiegare le differenze di reddito tra i paesi appartenenti al campione più ristretto, quello che comprende i soli paesi Ocse. Un'ipotesi avanzabile è legata alla distanza dallo stato stazionario. L'Ocse comprende molti dei paesi che hanno partecipato al secondo conflitto mondiale e in particolare include tutti quelli che ne sono usciti con le conseguenze più pesanti (si pensi all'Italia, alla Germania, al Giappone). Le distruzioni provocate dalla guerra possono aver causato un allontanamento del capitale e del reddito dai livelli di stato stazionario. I dati raccolti arrivano fino al 1985: è possibile che un periodo di quaranta anni, per quanto non breve, non sia sufficiente per agganciare nuovamente lo stato stazionario. Dal momento che il modello di Solow suggerisce proprio le determinanti del reddito di stato stazionario, se negli anni considerati dal test i paesi sono ancora lontani o se si trovano a distanze molto diverse da esso, le variabili che lo determinano potrebbero non aver ancora avuto modo di dispiegare tutti i loro effetti sul reddito e non risulterebbero sufficientemente significative nella regressione statistica.

3.3 IL RESIDUO DI SOLOW

3.3.1 Il residuo di Solow e l'approccio contabile. Il ruolo del capitale umano

Il meccanismo della crescita proposto da Solow e testato da Mankiw et al. [1992] si fonda essenzialmente sulla dinamica del capitale. Sia che si tratti di investimenti in capitale fisico o in capitale umano, la sostanza resta la stessa. Il modello di Solow prevede che i paesi che risparmiano di più godano di un'accumulazione maggiore di capitale che porta a uno stato stazionario in corrispondenza del quale il reddito per occupato è maggiore. La regressione operata da Mankiw et al. (1992) per testare il modello di Solow faceva dipendere i livelli di reddito di ciascun paese dai rispettivi tassi di accumulazione di capitale (sia fisico che umano) e di crescita demografica, come riportato alla [57]. I risultati avevano mostrato che la dinamica di accumulazione del capitale (specie se i suoi effetti comprendono sia l'accumulazione di capitale fisico che di quello umano) e la crescita demografica erano in grado di spiegare l'80% della variabilità del reddito tra i paesi. Ciò attribuiva una certa capacità esplicativa al modello delineato da Solow.

Tuttavia, lo stesso Solow si era accorto sin dalle sue prime ricerche che una larga parte della crescita del reddito non poteva essere spiegata a partire dal solo meccanismo di accumulazione del capitale⁶⁸. Questa consapevolezza derivava dall'utilizzo di un approccio di tipo "contabile". A differenza del test empirico proposto nel capitolo precedente (che si basa sulla verifica delle determinanti del reddito di stato stazionario) l'approccio contabile nella teoria della crescita consiste nella semplice decomposizione della variazione di reddito nelle variazioni tra i fattori compresi nella funzione di produzione. Si consideri la funzione di produzione presentata al primo capitolo:

$$[3] Y = F(K,L) = AK^\alpha L^{(1-\alpha)}$$

Se il prodotto aggregato è funzione dei fattori capitale e lavoro e del parametro tecnologico A, redditi diversi dovranno necessariamente derivare da differenti livelli di capitale fisico, di lavoro e di livello tecnologico (incorporato nel parametro A)⁶⁹. Dalla [3] segue, quindi che:

$$[59] \Delta Y / Y = \alpha \Delta K / K + (1-\alpha) \Delta L / L + \Delta A / A$$

La [59] esprime il fatto che, per la definizione di funzione di produzione adottata, se il reddito cresce, tale crescita deve derivare da un incremento dei fattori produttivi impiegati o della produttività del meccanismo produttivo.

Solow aveva evidenziato una notevole rilevanza della produttività poiché gran parte della variabilità di reddito tra i paesi, non essendo spiegabile a partire dai soli fattori, finiva per essere attribuita proprio ad

⁶⁸ Solow [1957].

⁶⁹ In particolare l'approccio contabile può essere sfruttato sia in senso temporale che spaziale. Nel primo caso si riconducono le variazioni di reddito osservate in un arco temporale alle variazioni dei fattori (K, L, A) della funzione di produzione a disposizione nel tempo: il reddito di un paese cresce se crescono le quantità degli input impiegati. Nel secondo caso può essere effettuato un confronto fra realtà produttive diverse (ad esempio paesi) in un certo contesto temporale di riferimento: in questo modo si verifica quanta parte della differenza di reddito possa derivare da differenze nelle quantità dell'uno o dell'altro fattore a disposizione di ciascun paese, o da differenze nella produttività.

essa. Le differenze nella produttività generale (catturata dal parametro A) venivano calcolate semplicemente come residuo: da qui la definizione di “residuo di Solow”. Infatti, dalla [59] segue agevolmente⁷⁰:

$$[60] \Delta A / A = (\Delta Y / Y - \Delta L / L) - \alpha(\Delta K / K - \Delta L / L)$$

In A, come spiegato nel primo capitolo, è insito il meccanismo che consente la trasformazione degli input utilizzati in output prodotto. Il parametro in questione, quindi, descrive l'efficienza del processo di produzione (che potrebbe derivare anche dal contesto nel quale si svolge l'attività produttiva) e quantifica il livello tecnologico incorporato in esso: in questo senso si parla di produttività generale, ossia di un fattore che qualifica e incrementa le capacità degli input. Considerarlo significa ammettere la possibilità che paesi con dotazioni di capitale fisico e forza lavoro comparabili possano comunque raggiungere livelli di produzione e di reddito significativamente diversi se altrettanto diverso è il valore di tale parametro, ossia dell'efficienza con cui sono in grado di sfruttare i fattori disponibili.

La [59] e la [60] considerano un tipo di progresso tecnologico *neutral*. Qualora si volesse considerare il progresso tecnologico del tipo *labour – augmenting*, anche per uniformità di analisi con il resto del lavoro, si riprenda la funzione di produzione di cui alla [34]:

$$[34] Y = F(K,L) = (AL)^{(1-\alpha)}K^\alpha$$

Dalla precedente deriva che le variazioni di reddito sono dovute a variazioni del capitale, della forza lavoro e dell'efficienza di ogni unità di quest'ultima, ponderate per le rispettive elasticità:

$$[61] \Delta Y / Y = \alpha \Delta K / K + (1-\alpha)[\Delta L / L + \Delta A / A]$$

L'apporto della produttività (ora in termini di efficienza delle unità di lavoro) sulle variazioni di reddito è dato dalla seguente:

$$[62] (1 - \alpha)\Delta A / A = (\Delta Y / Y - \Delta L / L) - \alpha(\Delta K / K - \Delta L / L)$$

Le ricerche successive di Solow rivelarono un ruolo molto rilevante per la produttività generale, dal momento che il residuo assumeva una dimensione notevole. Ciò spinse a ricercare da cosa potesse derivare tale parametro di produttività e quali fossero le sue componenti, data la sua qualificazione astratta e non direttamente quantificabile. A tal proposito, occorre notare che il modello aumentato con l'inclusione del capitale umano migliorava in modo considerevole la capacità esplicativa del meccanismo proposto da Solow: l'80% della variabilità dell'output risultava spiegabile. È argomentabile, allora, che la rilevante dimensione del residuo riscontrato da Solow fosse almeno in parte attribuibile al fatto che l'economista ometteva di considerare il capitale umano tra i fattori che compongono la funzione di produzione. I differenti livelli di capitale umano, in questo senso, possono essere considerati come una delle variabili da cui originano le differenti produttività.

In alcuni studi successivi che hanno ripreso l'approccio contabile, in effetti, si è considerata una funzione di produzione in cui si esplicitava anche la presenza del fattore capitale umano. Tuttavia, anche considerando l'impatto della variabile aggiuntiva, resta evidenziabile un notevole apporto del fattore di produttività generale come determinante delle differenze di reddito: lo studio proposto nel paragrafo successivo testimonia proprio questo fatto.

⁷⁰ La formula per il calcolo della produttività generale fu introdotta dallo stesso Solow (Solow [1957]).

3.3.2 Il residuo di Solow: una verifica empirica (Hall e Jones, 1999)

Lo studio del 1999 condotto da Robert E. Hall e Charles I. Jones, “*Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others?*”, mette in evidenza che, anche esplicitando il capitale umano come fattore nella Cobb – Douglas, è necessario ricorrere pesantemente alla produttività per spiegare la variabilità del reddito tra i paesi. La funzione di produzione ipotizzata da Hall e Jones è la seguente:

$$[63] Y = F(K,H) = (AH)^{(1-\alpha)}K^\alpha$$

In questa funzione di produzione, come detto, viene esplicitato il ruolo del capitale umano. Infatti, il fattore lavoro è sostituito da una variabile più complessa e completa:

$$[64] H = e^{f(E)}L$$

Tale variabile include due componenti: la dimensione della forza lavoro (L) e il livello di capitale umano con cui questa è equipaggiata ($e^{f(E)}$). La funzione $f(E)$ quantifica il capitale umano. Essa rappresenta l’efficienza relativa di un lavoratore che ha alle spalle E anni di istruzione nei confronti di uno che ne è privo. In particolare ogni anno aggiuntivo d’istruzione incrementa l’efficienza del lavoratore di un fattore pari alla derivata di $f(E)$ (interpretabile come il rendimento dell’istruzione⁷¹). Di conseguenza il fattore H non offre solo la dimensione della forza lavoro ma rappresenta la qualità totale del lavoro di cui beneficia il sistema produttivo. In questo modo il capitale umano è direttamente presente nella funzione di produzione.

Per rendere confrontabili i redditi dei vari paesi si passa ad analizzare il reddito per singolo occupato. La funzione di produzione per occupato è:

$$[65] Y/L = y = (Ah)^{(1-\alpha)}(k)^\alpha$$

Nella precedente y è il reddito per occupato e h (H/L) rappresenta la qualità del lavoro (il livello di istruzione) del singolo lavoratore e non più dell’intera forza lavoro.

Hall e Jones suggeriscono un’ulteriore modifica alla [65] per migliorare il calcolo del residuo di produttività. In luogo di considerare la dotazione di capitale per occupato si preferisce utilizzare il rapporto tra capitale e prodotto (k/y). In questo modo la variabile k/y ha un’interpretazione più immediata, come tasso di investimento sul reddito totale nel lungo periodo e, soprattutto, si sterilizzano gli effetti che la produttività potrebbe avere sulla dotazione di capitale stessa. Se si considerasse la variabile K/L (ipotizzando un tasso di investimento costante) gli aumenti della produttività (che aumentano l’output) si trasmetterebbero sulla dotazione di capitale per occupato poiché a parità di tasso di investimento consentirebbero una maggiore accumulazione. Di conseguenza, verrebbe sottostimato l’apporto del fattore A alla crescita, in quanto parte di quell’apporto verrebbe attribuito alla variazione del fattore K/L (che, invece, deriva fondamentalmente dall’aumento della produttività). L’equazione utilizzata è allora la seguente:

$$[66] y = (Ah)(k/y)^{\alpha/(1-\alpha)}$$

Utilizzando questa formulazione, il reddito per occupato è scomponibile in tre componenti: la produttività (A), il capitale umano (h) e il rapporto tra capitale e reddito (interpretabile come tasso di investimento).

⁷¹ Il peso attribuito agli anni di istruzione viene considerato variabile da Hall e Jones. In particolare essi assumono che i primi 4 anni di istruzione rechino un rendimento del 13,4%, i successivi 4 anni del 10,1% e gli anni oltre l’ottavo del 6,8%. Tali valori derivano da Psacharopoulos [1994].

Se due paesi presentano livelli di reddito per occupato diversi, questa diversità dovrà quindi derivare da differenze nella produttività (A), nel livello di capitale umano a disposizione del lavoratore (h) o nel tasso di investimento (k/y elevato all'esponente $\alpha/1-\alpha$). Hall e Jones considerano i dati sulle variabili direttamente osservabili (y , h , k/y) relativi a 127 paesi per l'anno 1988 e sfruttano il valore usualmente attribuito ad α (ossia $1/3$) per procedere a calcolare, come residuo, l'impatto della produttività sulle differenze di reddito⁷².

3.3.3 I risultati dello studio di Hall e Jones

I risultati ottenuti sono notevoli. La correlazione esistente tra il residuo (ossia, la parte di variabilità del reddito per occupato non spiegata dai fattori k/y e h) e il reddito per occupato è pari 0,89 e l'indice di determinazione mostra che il 79% della variabilità del reddito sarebbe spiegabile a partire dalla variabilità del solo residuo di produttività⁷³. Confrontando le differenze di reddito tra i vari paesi solo una minima parte di esse risulta attribuibile ai diversi tassi di investimento o ai diversi livelli di capitale umano.

Hall e Jones sottolineano questo fatto prendendo a titolo di esempio i 5 paesi che nel 1988 presentavano il reddito per occupato più alto e i 5 con reddito per occupato più basso. Considerando la media geometrica, i 5 paesi più ricchi godevano di un reddito più di 30 volte maggiore di quello dei più poveri ma le differenze nell'intensità di capitale fisico e nel capitale umano erano decisamente poco notevoli. Il tasso di investimento nei paesi più ricchi risultava essere solo 2,9 volte maggiore di quello dei paesi poveri; peraltro occorre elevare 2,9 ad $\alpha/(1-\alpha)$ per ottenere una misura dell'effetto sul reddito: quindi ponendo $\alpha = 1/3$ l'effetto diretto si riduce al fattore 1,7. I lavoratori dei paesi più ricchi godono di 8 anni di istruzione aggiuntivi rispetto a quelli dei paesi poveri ed ogni anno apporta un 10% di beneficio in termini di reddito per occupato. Residualmente, la produttività contribuisce alla differenza nei redditi tra i 5 paesi più ricchi e i 5 paesi più poveri per un fattore maggiore di 8, ben più alto delle altre variabili e in grado di spiegare, da solo, larga parte delle differenze di reddito tra paesi.

È subito evidente che questi risultati siano molto diversi da quelli di Mankiw et al. [1992]. Hall e Jones sottolineano che vi sono due differenze fondamentali negli approcci utilizzati nei due studi. La prima, già evidenziata alla nota 72, consiste nel fatto che Mankiw et al. [1992] procedevano alla stima dell'elasticità α statisticamente, mentre Hall e Jones la prendono come data. Nella regressione di Mankiw et al. [1992] la produttività fa parte del termine di errore e si ipotizzava che questa non fosse correlata con le variabili inserite nella regressione (accumulazione di capitale fisico e umano). Tuttavia questa ipotesi viene rigettata da Hall e Jones che, non avendo a priori imposto condizioni di ortogonalità, mostrano un'evidente correlazione tra la produttività e le variabili citate⁷⁴. La seconda differenza sta nel modo più tradizionale in cui Hall e Jones hanno inserito il capitale umano nella funzione di produzione⁷⁵.

⁷² Si noti che a differenza del test sul modello di Solow della sezione precedente, ora si impone l'utilizzo di un valore preciso da assegnare ad α , poiché si sta sfruttando l'approccio contabile e non quello econometrico (che era proprio finalizzato a stimare il valore di α per verificare l'attendibilità della stima a posteriori con la sua previsione a priori).

⁷³ Si rinvia al "Grafico 1" e alla "Tavola 3" dell'appendice per alcuni dei risultati più significativi al riguardo.

⁷⁴ Si rinvia, nuovamente, alla "Tavola 3" dell'appendice.

⁷⁵ A tal proposito, si faceva notare come il modo in cui il capitale umano veniva inserito da Mankiw, Romer e Weil implicasse una variabilità di tale fattore tra i paesi pari a 1200 (il che sembra andare oltre il buonsenso).

3.4 IL FATTORE DI PRODUTTIVITA' GENERALE

3.4.1 Il ruolo della produttività

Se fu lo stesso Solow a mettere in dubbio la capacità della dinamica del capitale fisico di spiegare per intero le differenze reddituali presenti nei vari paesi, lasciando emergere la questione del residuo, i risultati dello studio appena presentato di Hall e Jones ridimensionano anche l'effetto del capitale umano: il tutto in favore di un ruolo sempre più rilevante per la componente residuale di produttività. In sostanza, le differenti dotazioni di capitale fisico e umano a disposizione del lavoratore medio dei vari paesi non sono tali da giustificare una disuguaglianza reddituale così marcata come quella che viene riscontrata nella realtà. A livello formale ciò significa che, volendo rimanere nell'ambito di una funzione di produzione standard, i processi produttivi dei vari paesi devono essere caratterizzati da livelli molto diversi della componente autonoma A , il parametro di produttività generale.

Dal momento che quest'ultima sembra assumere una grande importanza per la determinazione delle differenze di reddito tra i paesi e poiché finora è stata trattata come una componente piuttosto astratta e indefinita, occorre cercare di capire in cosa, concretamente, consista. La letteratura scientifica dell'economia della crescita ha ricercato piuttosto strenuamente le cause delle differenze nella produttività tra paesi ed ha proposto varie soluzioni. Di seguito se ne offre una breve rassegna.

3.4.2 Hall e Jones: *social infrastructure*

Hall e Jones, nella seconda parte dello studio precedentemente citato, offrono una precisa interpretazione del fattore che determina la produttività, consistente nella cosiddetta "*social infrastructure*". Tale espressione indica l'insieme delle caratteristiche istituzionali e delle politiche che influenzano e determinano la creazione dello specifico contesto nel quale si svolge il processo economico. L'ambiente economico – produttivo che ne risulta, condiziona pesantemente la produttività e la crescita di un paese. In particolare produce effetti favorevoli per la crescita nella misura in cui sia in grado di incentivare l'accumulazione di abilità e di conoscenze e lo sviluppo tecnologico, e di supportare le attività produttive.

Tra le caratteristiche fondamentali di un'infrastruttura sociale favorevole alla crescita vi è la capacità di proteggere gli agenti economici dall'utilizzo distorto delle risorse che può essere causato sia da attività di agenti privati (furti, abusivismo, atteggiamenti protettivi nei confronti di attività e organizzazioni mafiose) sia dal settore pubblico (espropriazione, corruzione ...): tutto ciò che Hall e Jones definiscono come *diversion*. Le attività menzionate hanno sia un effetto diretto, che consiste nel deviare la forza lavoro dal suo potenziale produttivo, sia un effetto indiretto, consistente nel destinare risorse produttive di individui ed imprese alla protezione da tali attività: entrambi sono deleteri per lo sviluppo economico.

Come è facile intuire, ciò che Hall e Jones definiscono come *social infrastructure* non è qualcosa di direttamente misurabile. Tuttavia, essi individuano nell'indice GADP e nel grado di apertura dell'economia verso l'estero due variabili che possono in qualche modo approssimarla. L'indice GADP (*Government Anti – Diversion Policies*) restituisce un valore che va da 0 a 1 ed intende misurare sia la capacità, propria delle

politiche attuate, di proteggere gli agenti economici dall'uso distorto di risorse (leggi, ordine pubblico, qualità della burocrazia), sia il ruolo del governo come possibile causa di tale condotta (corruzione, rischi di espropriazione e attitudine a non rispettare i contratti). Il grado di apertura verso le economie estere è altrettanto rilevante perché la mancata apertura (che si sostanzia in tariffe e barriere al commercio internazionale) può essere fonte di *diversion* e perché l'apertura in sé offre, invece, opportunità di specializzazione e di accesso ad idee e tecnologie non conosciute, che aumentano la produttività.

Hall e Jones propongono l'infrastruttura sociale come determinante primaria del livello di reddito per occupato come segue⁷⁶:

$$[67] \ln(Y/L) = a + bS + \epsilon$$

La variabile indipendente S include sia l'indice GADP che il grado di apertura dell'economia⁷⁷ ma necessita di ulteriori variabili strumentali per poter essere direttamente osservata. Hall e Jones propongono di sfruttare il fatto che un'infrastruttura sociale particolarmente favorevole allo sviluppo è presente in Europa (in quanto vi sono leggi rigorosamente applicate, diritti di proprietà rigidi e una cultura economica che affonda le radici nel pensiero liberale). Di conseguenza si pensa che i paesi più influenzati dalla cultura europea siano proprio quelli caratterizzati da infrastrutture sociali migliori. Ai due economisti occorre, dunque, trovare variabili che fossero direttamente osservabili e legate al grado di influenza europea ma al tempo stesso non correlate direttamente con il reddito per occupato. Tali variabili vennero individuate nel linguaggio e in fattori geografici. In particolare si ritenne correlabile l'influenza europea con la percentuale di popolazione che conosce la lingua inglese o una delle cinque più parlate in Europa. D'altra parte è ipotizzabile che gli europei fossero stati attratti dal colonizzare terre scarsamente abitate e ricche di risorse naturali, ma con climi piuttosto simili a quello continentale europeo. Di conseguenza si utilizzò la distanza dall'equatore come indicatore dell'influenza europea subita dai vari paesi.

Si noti, come anticipato, che per questioni di correttezza statistica l'analisi di Hall e Jones suppone un'ipotesi piuttosto sottile: la distanza dall'equatore, ad esempio, non viene ritenuta direttamente correlata con il livello di reddito raggiunto ma direttamente correlata solo con l'influenza della cultura europea, che a sua volta può aver determinato lo sviluppo di un'infrastruttura sociale favorevole alla crescita del reddito.

Omettendo di riportare i risultati statistici dello studio, basti qui specificare che l'infrastruttura sociale risulta seriamente considerabile come una delle determinanti della performance economica di lungo

⁷⁶ L'infrastruttura sociale viene individuata come determinante principale del reddito per occupato. Di conseguenza vale la relazione seguente: $\ln(Y/L) = a + bS + \epsilon$. Tuttavia, poiché S non è direttamente stimabile, Hall e Jones ricorrono ad una variabile proxy, costituita dall'indice GADP e dal grado di apertura verso l'estero, indicata con la lettera corsiva S , tale per cui: $S = \psi S + v$. Nella precedente v è una componente casuale di errore e ψ può essere arbitrariamente normalizzato ad uno, per cui: $S = S - v$. La relazione tra il reddito per occupato e la proxy dell'infrastruttura sociale è esprimibile come segue: $\ln(Y/L) = a + b(S - v) + \epsilon = a + bS - bv + \epsilon = a + bS + \epsilon$, ossia proprio la [67]. Nella 67 il termine di errore ϵ è costituito da $\epsilon - bv$. Inoltre, l'infrastruttura sociale è considerata una variabile endogena. In pratica, le economie non sono equipaggiate esogenamente con una determinata infrastruttura sociale, bensì essa stessa può dipendere dal livello di reddito, come formalizzato dalla seguente espressione: $S = \gamma + \delta \ln(Y/L) + X\Theta + \eta$. Nella precedente si esplicita che S può dipendere dal reddito per occupato (Y/L) e X rappresenta un vettore di ulteriori possibili variabili.

⁷⁷ Si rinvia al "Grafico 2" dell'appendice in fondo al capitolo, per un'illustrazione grafica della relazione alla [67].

periodo di un paese⁷⁸. Infatti, i due autori sperimentarono che le differenze in tale fattore si riflettono in differenze nell'accumulazione di capitale (fisico e umano) e di produttività, risultando determinanti per spiegare la distanza osservata tra i redditi dei diversi paesi.

In conclusione, una misura attendibile dell'adozione di un'infrastruttura sociale favorevole allo sviluppo è data dal grado di influenza subita dalla cultura europea, che può essere a sua volta catturato dal linguaggio e da fattori geografici: Hall e Jones rilevano che la qualità dell'infrastruttura adottata può avere un impatto molto rilevante sulla produttività di un sistema economico.

3.4.3 Il fattore istituzionale

Il fattore istituzionale viene considerato attentamente anche da altri economisti, come Daron Acemoglu, Simon Johnson e James A. Robinson, in Acemoglu et al. [2001]. Secondo essi, almeno parte delle differenze economiche osservabili oggi tra i paesi sono il risultato dei fenomeni coloniali svoltisi nei secoli precedenti e delle istituzioni ereditate dai colonizzatori. I colonizzatori europei avrebbero preferito insediarsi in zone caratterizzate da condizioni climatiche simili a quelle europee: una delle destinazioni privilegiate fu, dunque, il Nord America, a discapito di tutta l'area tropicale. In particolare, i colonizzatori avrebbero seguito due condotte diverse, a seconda della localizzazione geografica della colonia. Mentre i colonizzatori diedero vita, in un'ottica di lungo termine, a istituzioni molto simili a quelle europee nei paesi ritenuti più ospitali, essi si limitarono ad instaurare governi autoritari nelle zone più svantaggiate, più adatti ad uno sfruttamento immediato delle risorse naturali disponibili in quelle aree. La teoria proposta da Acemoglu, Johnson e Robinson prevede che tali differenze istituzionali siano perdurate nel tempo e che caratterizzino ancora oggi le ex colonie. Di conseguenza, laddove gli europei avevano instaurato istituzioni in grado di tutelare i diritti economici fondamentali e ispirate ad una certa libertà economica si è potuta sviluppare un'attività economica fiorente. Viceversa, i paesi tropicali soffrirebbero ancora di un regime istituzionale inadatto a favorire la crescita economica.

In particolare, in Acemoglu e Johnson [2005], i due economisti specificano che il fattore istituzionale può essere decomposto in due categorie più precise: le istituzioni a tutela dei diritti di proprietà e quelle a tutela della negoziazione contrattuale. La tutela del diritto di proprietà viene intesa come protezione garantita al privato contro il rischio di espropriazione da parte del governo. La tutela contrattuale, che dipende dal sistema legale presente nell'economia considerata e dalla sua efficienza, dovrebbe garantire ed imporre l'esecuzione del contratto, rimediando agli effetti dell'esistenza di incentivi all'inadempimento delle condizioni contrattuali. Pur rilevando che entrambe abbiano un effetto sulla crescita economica essi sottolineano il fatto che la tutela dei diritti di proprietà ha un impatto significativamente maggiore sul reddito rispetto a quella contrattuale. Questo viene spiegato dai due economisti sulla base del fatto che la debolezza delle istituzioni a tutela dell'adempimento può essere in qualche modo arginata dall'autonomia contrattuale delle parti (entrambe private), le quali possono strutturare il contratto più rigidamente (ad esempio prevedendo la corresponsione di un interesse più alto) o in modo tale da alleviare gli effetti della debolezza

⁷⁸ Si rinvia, nuovamente, all'appendice in fondo al capitolo.

delle istituzioni. Al contrario, i privati non possono porre in essere alcuna condotta attiva per difendersi dalla debolezza delle istituzioni a difesa dei diritti di proprietà, poiché il rapporto che si configura in questo caso è tra un privato e lo Stato, con quest'ultimo che detiene il monopolio della forza legittima e una totale arbitrarietà nella condotta.

Tutto sommato, almeno a livello sostanziale, le conclusioni di Acemoglu, Johnson e Robinson non sono distanti da quelle di Hall e Jones. In entrambi i casi le istituzioni sono individuate come un potenziale fattore determinante per lo sviluppo economico e la qualità di esse viene ricondotta, più o meno direttamente, alle conseguenze dei fenomeni coloniali⁷⁹. Il fattore istituzionale, nella misura in cui viene ricondotto alla colonizzazione europea, appare, inoltre, legato ad un fattore geografico, che avrebbe orientato le scelte degli europei in merito alle destinazioni coloniali. Il paragrafo successivo si occupa proprio di questo.

3.4.4 Il fattore geografico

L'economista Jeffrey Sachs, in *"Tropical Underdevelopment"* del 2001, studia il ruolo del fattore geografico nella determinazione di differenze reddituali tra i paesi. Occorre precisare che Sachs [2001] rivolge la sua attenzione al sottosviluppo che caratterizza i paesi tropicali, dove con l'attributo tropicale egli si riferisce sia al fattore geografico della latitudine che al fattore ecologico – climatico. Tuttavia, egli enfatizza soprattutto il secondo, ritenendo eccessiva l'attenzione che Hall e Jones avevano dedicato alla distanza dall'equatore⁸⁰.

Egli parte dall'innegabile evidenza secondo cui i paesi caratterizzati da un clima temperato (specialmente quelli con accesso diretto ai flussi commerciali marittimi) sono generalmente ricchi, mentre praticamente tutti i paesi a clima tropicale risultano poveri o sottosviluppati (ancor più se relegati nell'entroterra continentale). In effetti, dei paesi a più alto livello di benessere, solo Hong Kong e Singapore fanno parte della zona tropicale (e, comunque, rappresentano una percentuale minima della parte di popolazione mondiale che può essere definita ricca). Sachs [2001] rafforza questa evidenza ricordando che la parte meridionale dell'Europa e degli Stati Uniti ha sofferto un ritardo nel processo di industrializzazione rispetto alla parte settentrionale. Tale considerazione può essere inoltre estesa anche a zone diverse dello stesso paese, come nel caso del Brasile e della Cina.

L'economista riconduce le cause del sottosviluppo dei paesi a clima tropicale ad effetti diretti ed indiretti. Tra gli effetti diretti vi sarebbe un'intrinseca difficoltà nel trasferire le tecnologie (specialmente in settori particolarmente importanti come l'agricoltura e la salute, l'utilizzo di energia o le costruzioni) tra zone ecologiche diverse⁸¹. Inoltre, proprio nei fondamentali campi menzionati (agricoltura, salute, trasporto

⁷⁹ Dopodiché, le modalità attraverso le quali gli economisti procedono alla misurazione della qualità delle istituzioni è diversa e probabilmente i concetti di *social infrastructure* e di *diversion* proposti da Hall e Jones sono relativamente più ampi rispetto agli specifici fattori di tutela dei diritti di proprietà e dei contratti di cui si occupano Acemoglu e Johnson.

⁸⁰ Nel seguito della trattazione si continuerà a definire il fattore indagato da Sachs come fattore "geografico", pur nella consapevolezza che sarebbe più corretto definirlo fattore "ecologico – climatico".

⁸¹ In particolare tale trasferimento sarebbe stato favorito in Europa e sfavorito in altre zone dalle rispettive configurazioni geografiche: l'Europa si sviluppa su un asse Est – Ovest caratterizzato da condizioni ecologiche comuni, contrariamente a quanto accade se si considera la configurazione Nord – Sud che caratterizza i continenti americano e africano.

dell'energia, infrastrutture) è possibile osservare la presenza di una maggiore produttività nelle zone a clima temperato: l'agricoltura è svantaggiata dal clima tropicale e le malattie si trasferiscono più facilmente. Il clima e l'ecosistema tropicale sarebbe, infine, anche alla base di maggiori difficoltà nel realizzare transizioni verso l'urbanizzazione e il passaggio a regimi demografici di minore fertilità ma anche di minore mortalità. In virtù di tali effetti, si determina un gap dei paesi tropicali nei confronti dei paesi a clima temperato.

Inoltre, la stessa povertà finisce per divenire la causa di ulteriori effetti indiretti. Proprio in virtù del ritardo economico accumulato, tali paesi non furono in grado di beneficiare e di accedere a quelle innovazioni che presentano rendimenti crescenti, la cui diffusione è favorita nelle zone maggiormente popolate e più ricche. Ancora, motivazioni geopolitiche portarono i paesi più ricchi alla costituzione di imperi coloniali prima e di istituzioni globali poi, mediante le quali esercitare di fatto un controllo sui paesi più poveri⁸².

Tra le stime effettuate da Sachs [2001] è particolarmente rilevante quella in cui l'economista procede a verificare l'impatto della variabile geografica, misurata in termini di percentuale di popolazione del paese che vive in zone temperate (X), sui tassi di crescita:

$$[68] g = a_0 + a_1 y_0 + a_2 h_0 + \sum a_i z_i + bX$$

Nella precedente la variabile dipendente g rappresenta il tasso di crescita annuale e le altre variabili sono quelle proposte da Barro come possibili determinanti del tasso di crescita di un'economia, che vengono ora controllate da Sachs per isolare gli effetti della variabile geografica. In particolare y_0 e h_0 indicano i livelli iniziali di reddito e di istruzione per occupato mentre $\sum z_i$ rappresenta la sommatoria di un insieme di variabili istituzionali e politiche. Utilizzando i dati messi a disposizione da Summers e Heston [1991], si ricava una correlazione positiva e statisticamente significativa tra g e X , il cui coefficiente b viene stimato a 1.6. Ciò significa che, *ceteris paribus*, le economie delle zone temperate crescono più velocemente delle economie delle zone tropicali per un tasso dell'1,6%.

È, tuttavia, possibile notare isolati casi di successo economico anche per paesi tropicali, in particolare per quelli del sud – est asiatico: Hong Kong, Singapore⁸³, Taiwan, Mauritius e Malesia (oltre alla crescita sperimentata da Thailandia e Indonesia). Sachs [2001] individua due fattori principali che hanno permesso loro di uscire dalla condizione di povertà: l'aver migliorato considerevolmente le condizioni sanitarie⁸⁴ e l'aver incentivato lo sviluppo dei settori manifatturieri orientati all'export⁸⁵, grazie allo sforzo operato nell'attrarre multinazionali estere.

Infine, Sachs [2001] sottolinea il fatto che gli svantaggi arrecati dalla posizione geografica (a livello agricolo, sanitario, di mobilitazione delle risorse energetiche e, non ultimo, di regime demografico,

⁸² In particolare, anche nella fase post – coloniale si preserva un forte condizionamento esercitato dai paesi ricchi su quelli poveri, in qualità di creditori e/o di potenze che decidono le regole del gioco economico a livello globale.

⁸³ Hong Kong e Singapore rappresentano dei casi estremamente particolari: in questi paesi il reddito per occupato ha raggiunto livelli altissimi e si è assistito ad uno sviluppo impressionante del settore dei servizi (in particolare del settore finanziario, grazie anche a livelli di tassazione particolarmente competitivi).

⁸⁴ Il che risulterebbe favorito nei paesi insulari (come Hong Kong, Mauritius, Singapore e Taiwan) rispetto ai paesi continentali (come quelli africani). I miglioramenti nelle condizioni igienico – sanitarie avrebbero inoltre permesso di ridurre i tassi di fertilità e di mortalità infantile, incentivando la transizione verso un regime demografico più adeguato.

⁸⁵ Specie in quei settori che non risentono negativamente delle condizioni climatico – ecologiche: il settore tessile e delle componenti elettroniche, ad esempio.

ulteriormente ampliati dalle dinamiche geopolitiche) sono tali da non poter essere risolti mediante automatismi di mercato che passano per la liberalizzazione e la privatizzazione, poiché il cambiamento tecnologico e l'uscita dalla povertà dipenderebbero fortemente anche da meccanismi non di mercato, prettamente sociali e istituzionali. L'autore sostiene che si possa permettere a queste economie di uscire da un contesto di povertà solo attraverso un'attenzione particolare alle loro condizioni e un supporto economico effettivo.

3.4.5 L'adozione del progresso tecnologico

Al di là dei fattori geografico – istituzionali, occorre certamente riprendere la questione del progresso tecnologico, che costituisce una delle componenti fondamentali della produttività generale incorporata nel parametro A. Pur assumendo, come in Solow, che la conoscenza tecnologica sia condivisa da tutti nel globo, è possibile ipotizzare che non tutti i paesi riescano a trarne gli stessi benefici a livello produttivo, nella misura in cui non siano in grado di implementarla pienamente. È questo l'argomento sviluppato da Stephen Parente e Edward Prescott in *“Barriers to Technology Adoption and Development”*, del 1994. Da questo studio emerge un fattore particolare, determinante per spiegare sia le ampie differenze nei livelli di reddito esistenti tra i paesi, sia le esperienze più spettacolari di crescita che sono state osservate nel secondo dopoguerra: le barriere all'adozione di innovazioni e di miglioramenti tecnologici.

Nel modello di Parente e Prescott l'impresa che volesse realizzare un miglioramento tecnologico dovrebbe sostenere un investimento, il cui ammontare dipende da due fattori: lo stock di conoscenza disponibile a livello globale in un dato momento (che viene integralmente condivisa tra tutti i paesi e cresce esogenamente, come nel modello neoclassico), il cui aumento rende relativamente meno costoso l'investimento, e la dimensione delle barriere sopracitate, le quali comprendono, invece, tutti i fattori che possono rendere relativamente più costoso un investimento in innovazione.

Dal momento che lo stock di conoscenza è condiviso da tutti, le differenze nei livelli di reddito tra i paesi, in un contesto di crescita bilanciata, devono derivare da differenti dimensioni delle barriere all'adozione di tecnologie⁸⁶. Per barriere all'adozione di tecnologie, che possono variare nel tempo e tra i diversi paesi, si intendono, come detto, tutti quei fattori che possono gravare sul costo dell'investimento: ci si riferisce a vincoli legali e regolatori, corruzione, sabotaggi, violenze e scioperi dei lavoratori. Una burocrazia inefficiente e un governo che non sia in grado di agevolare il processo di innovazione produrrebbero effetti negativi sul reddito, poiché minore sarebbe la quota di avanzamento tecnologico effettivamente implementata. Sebbene le cause siano diverse, gli effetti determinati da queste barriere non sono, sostanzialmente, troppo diversi da quelli causati da un'infrastruttura sociale sfavorevole.

I risultati e le conseguenze del modello di Parente e Prescott offrono ulteriori spunti anche in merito al tema della convergenza, che verranno illustrati nel capitolo apposito. Basti qui anticipare che nel caso in

⁸⁶ In particolare, Parente e Prescott [1994] dimostrano (seguendo un procedimento che qui non viene riproposto) che l'ampiezza di tali barriere riesce a spiegare la differenza nei livelli di reddito, in un contesto di crescita bilanciata, meglio di quanto si riuscirebbe a fare considerando i differenti indici di tassazione (i quali avrebbero capacità esplicativa solo nel caso in cui si verificasse una tassazione totale nei paesi poveri e nulla nei paesi ricchi, il che contraddice l'evidenza).

cui un paese fosse in grado di ridurre in modo permanente la dimensione delle barriere riuscirebbe a proiettarsi verso livelli di reddito più alti.

3.4.6 Conclusioni sulle differenze di reddito

In questo capitolo sono state esposte molte posizioni sul tema delle differenze di reddito tra i paesi e sono state proposte numerose variabili in grado di influenzare i livelli reddituali. Dal momento che il reddito dipende, per definizione, dalla funzione di produzione, dovranno essere gli elementi della stessa ad influenzare il livello di benessere di un paese: il capitale, il lavoro e la tecnologia. Partendo dalla funzione di produzione standard Solow individua nel risparmio e nella crescita demografica le variabili chiave della crescita economica e quindi dei livelli di reddito. Il loro impatto è confortato dall'evidenza empirica: l'investimento e la crescita demografica rivestono un ruolo importante per la determinazione del livello di reddito di cui godono i vari paesi. D'altra parte non potrebbe essere altrimenti: è proprio l'investimento che traina l'accumulazione di capitale, fattore produttivo cardine della funzione di produzione neoclassica, ed è proprio la crescita demografica che determina l'ampiezza della platea nella quale occorre suddividere il prodotto aggregato. Tuttavia l'analisi della grande variabilità dei redditi per occupato mostra che tali variabili non sono sufficienti per spiegare completamente la situazione: di ciò si era accorto lo stesso Solow, mediante l'applicazione dell'approccio contabile: le differenti dotazioni dei fattori (lavoro e capitale fisico) potevano creare solo una frazione della ben più larga differenza reddituale osservabile tra i paesi, lasciando emergere il residuo di Solow. Solow non aveva considerato nella funzione di produzione il capitale umano, che invece rivela un ruolo notevole nel processo produttivo: esso determina la qualità del lavoro ed entra direttamente nella funzione di produzione, in qualità di ulteriore fattore produttivo. Tuttavia, il residuo individuato da Solow non derivava solo dall'omissione del capitale umano: infatti, la dimensione del residuo resta di ampia portata anche qualora si considerino esplicitamente entrambi i tipi di capitale.

La funzione di produzione comprende un ulteriore elemento: il parametro A. Nel modello di Solow, esso incorporava il progresso tecnologico. Tuttavia, se si esce dall'ipotesi che tutti i paesi condividano la stessa tecnologia di produzione o se si ammette che A possa avere un significato più ampio di quello tecnologico, a tale fattore può essere attribuita tutta la frazione di differenza reddituale non spiegata dai fattori produttivi tradizionali. In tal caso esso include tutte le ulteriori cause o possibili determinanti della produttività di un sistema economico. Ossia, può comprendere al suo interno un intrecciato insieme di variabili istituzionali e geografiche, legate tra loro dal fenomeno coloniale. Può, inoltre, mantenere l'originaria caratteristica tecnologica eppure riuscire a spiegare la presenza di produttività differenti, dovute a diverse capacità di adozione del progresso tecnologico. Tuttavia, in fondo, anche le barriere all'adozione tecnologica proposte da Parente e Prescott [1994] rimandano a cause socio – istituzionali (vincoli legali, corruzione ...): ciò porta ad argomentare che, in sostanza, molto del significato di A potrebbe essere catturato dall'accezione più ampia dell'infrastruttura sociale proposta da Hall e Jones⁸⁷.

⁸⁷ Questa considerazione varrebbe specialmente nel caso in cui si separasse il parametro A in due componenti distinte, come operato nel capitolo successivo al paragrafo 4.1.3: una componente di tipo socio – istituzionale A_0 , specifica per

In ogni caso, il quadro finale comprende un insieme piuttosto ampio di cause che possono influenzare il reddito, che consistono in variabili estremamente tangibili come la dotazione di capitale fisico e la forza lavoro ma anche in altre decisamente più sottili come il contesto socio – istituzionale nel quale si svolge la produzione e il livello di capitale umano con cui sono equipaggiati i singoli lavoratori.

APPENDICE AL CAPITOLO 3

A3.1 I risultati statistici di Mankiw et al. [1992]

In questa sezione vengono presentati i risultati statistici delle regressioni operate da Mankiw et al. [1992] per verificare l'attendibilità sia del modello di Solow (tavola 1) che di quello aumentato (tavola 2) nell'individuare le giuste variabili in grado di determinare il reddito di stato stazionario.

TABLE I
ESTIMATION OF THE TEXTBOOK SOLOW MODEL

Dependent variable: log GDP per working-age person in 1985			
Sample:	Non-oil	Intermediate	OECD
Observations:	98	75	22
CONSTANT	5.48 (1.59)	5.36 (1.55)	7.97 (2.48)
ln(I/GDP)	1.42 (0.14)	1.31 (0.17)	0.50 (0.43)
ln($n + g + \delta$)	-1.97 (0.56)	-2.01 (0.53)	-0.76 (0.84)
\bar{R}^2	0.59	0.59	0.01
s.e.e.	0.69	0.61	0.38
Restricted regression:			
CONSTANT	6.87 (0.12)	7.10 (0.15)	8.62 (0.53)
ln(I/GDP) - ln($n + g + \delta$)	1.48 (0.12)	1.43 (0.14)	0.56 (0.36)
\bar{R}^2	0.59	0.59	0.06
s.e.e.	0.69	0.61	0.37
Test of restriction:			
p-value	0.38	0.26	0.79
Implied α	0.60 (0.02)	0.59 (0.02)	0.36 (0.15)

Note. Standard errors are in parentheses. The investment and population growth rates are averages for the period 1960–1985. ($g + \delta$) is assumed to be 0.05.

Fonte: Mankiw et al. [1992], p. 414

Tavola 1: i risultati statistici della stima econometrica del modello tradizionale di Solow.

I risultati della regressione libera sono indicati nella parte alta della tavola. Si evidenzia che le variabili individuate da Solow come determinanti del reddito di stato stazionario (il risparmio e la crescita demografica) impattano effettivamente sul reddito con i segni previsti: infatti, il coefficiente dell'investimento (calcolato sulla variabile I/GDP) è positivo in tutti i campioni e il coefficiente del fattore ($n + g + \delta$) è negativo in tutti i campioni (considerando che la somma del tasso di ammortamento e di progresso tecnologico viene assunta pari a 0,05 per tutti i paesi, ciò che varia tra i diversi paesi è solo il tasso di crescita demografica). La capacità esplicativa del modello è buona nei due campioni più ampi (dove l'indice di determinazione pari a 0,59) ma crolla nel caso del campione OCSE (lo stesso indice è pari a 0,01, praticamente nullo). La regressione con restrizione (secondo cui la somma dei coefficienti delle variabili indipendenti deve assommare ad uno) non varia la capacità esplicativa del modello (che risulta incrementata solo in misura trascurabile nel campione OCSE). La restrizione non viene rigettata in nessun campione. Tuttavia, il valore implicato dell'elasticità α è decisamente alto nei due campioni più ampi rispetto a quello atteso (e dato dalla quota di reddito destinata al capitale, storicamente pari ad un terzo). Solo nel campione OCSE esso si mostra coerente con quello prevedibile a priori ma il campione OCSE è anche quello il cui comportamento si mostra meno coerente con il modello.

TABLE II
ESTIMATION OF THE AUGMENTED SOLOW MODEL

Dependent variable: log GDP per working-age person in 1985			
Sample:	Non-oil	Intermediate	OECD
Observations:	98	75	22
CONSTANT	6.89 (1.17)	7.81 (1.19)	8.63 (2.19)
$\ln(I/GDP)$	0.69 (0.13)	0.70 (0.15)	0.28 (0.39)
$\ln(n + g + \delta)$	-1.73 (0.41)	-1.50 (0.40)	-1.07 (0.75)
$\ln(SCHOOL)$	0.66 (0.07)	0.73 (0.10)	0.76 (0.29)
\bar{R}^2	0.78	0.77	0.24
s.e.e.	0.51	0.45	0.33
Restricted regression:			
CONSTANT	7.86 (0.14)	7.97 (0.15)	8.71 (0.47)
$\ln(I/GDP) - \ln(n + g + \delta)$	0.73 (0.12)	0.71 (0.14)	0.29 (0.33)
$\ln(SCHOOL) - \ln(n + g + \delta)$	0.67 (0.07)	0.74 (0.09)	0.76 (0.28)
\bar{R}^2	0.78	0.77	0.28
s.e.e.	0.51	0.45	0.32
Test of restriction:			
p-value	0.41	0.89	0.97
Implied α	0.31 (0.04)	0.29 (0.05)	0.14 (0.15)
Implied β	0.28 (0.03)	0.30 (0.04)	0.37 (0.12)

Note. Standard errors are in parentheses. The investment and population growth rates are averages for the period 1960–1985. $(g + \delta)$ is assumed to be 0.05. SCHOOL is the average percentage of the working-age population in secondary school for the period 1960–1985.

Fonte: Mankiw et al. [1992], p. 420

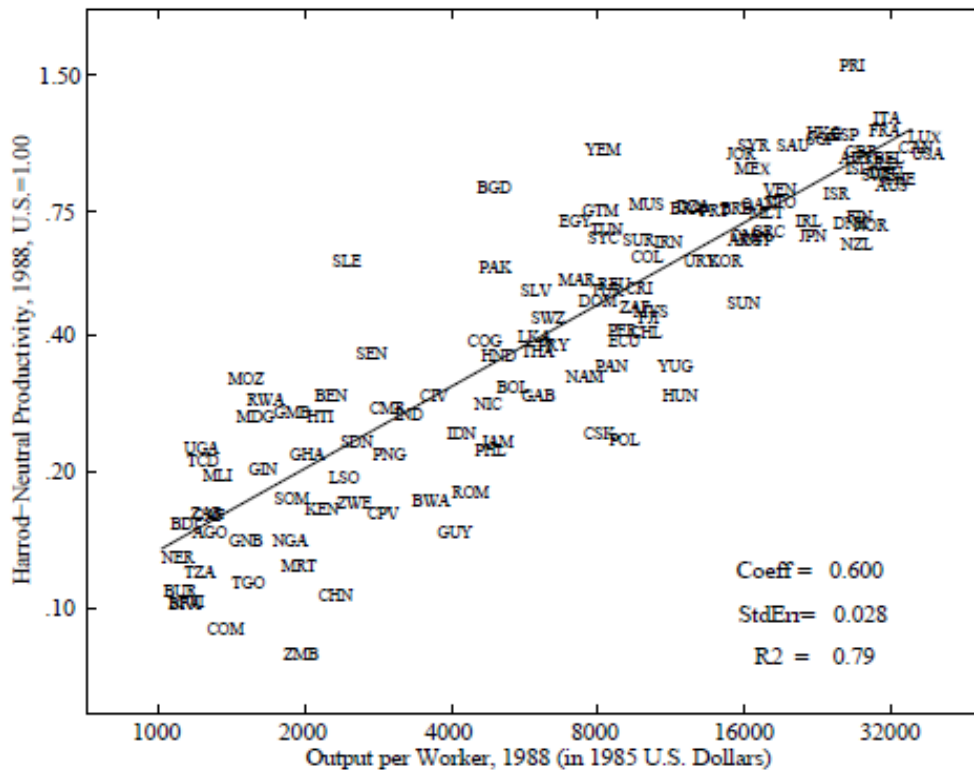
Tavola 2: i risultati statistici della stima econometrica del modello aumentato.

I risultati della regressione libera sono indicati nella parte alta della tavola. Ancora una volta si evidenzia che le variabili individuate da Solow impattano sul reddito secondo i segni previsti. La nuova variabile, costituita dall'investimento in capitale umano, mostra di avere un impatto positivo sul reddito: infatti, il coefficiente della variabile $\ln(SCHOOL)$ è positivo in tutti i campioni. Inoltre, l'aggiunta di questa ulteriore variabile migliora la capacità esplicativa del modello, con l'indice di determinazione che passa da 0,59 a 0,78 e 0,77 nei due campioni più ampi e che aumenta anche nel caso del campione OCSE (pur rimanendo basso a livello assoluto). Il test con restrizione (secondo cui i coefficienti delle variabili indipendenti devono assommare ad uno) non viene rigettato in nessun campione. I valori implicati delle elasticità α e β sono coerenti con quelli prevedibili a priori (circa un terzo) in due campioni su tre. Anche il modello aumentato, tuttavia, si mostra meno capace di descrivere il campione OCSE, dal momento che il valore implicato di α è, ora, troppo basso.

In definitiva, l'aggiunta del capitale umano permette di migliorare sensibilmente la performance esplicativa del modello e consente di raggiungere valori di α e β decisamente coerenti con quelli attesi, almeno nei campioni più ampi.

A3.2 I risultati di Hall e Jones [1999]

In questa sezione vengono mostrati i risultati ottenuti da Hall e Jones [1999] mediante l'applicazione dell'approccio contabile. I due economisti avevano l'obiettivo di calcolare il contributo relativo dei fattori produttivi alle differenze di reddito osservabili nei vari paesi e di ottenere, come residuo, una misura del contributo offerto dal fattore di produttività generale alle stesse differenze reddituali.



Fonte: Hall e Jones [1999], p. 9

Grafico 1: la produttività e il reddito per occupato.

In questo grafico viene illustrata la relazione tra il livello di reddito per occupato relativo all'anno 1988 (sulle ascisse) e il fattore produttivo residuale, rappresentato dalla produttività generale (sulle ordinate). La scala del reddito è in valori assoluti espressi in dollari statunitensi del 1985 mentre quella della produttività è espressa in relazione alla produttività degli Stati Uniti (presa come valore di riferimento e dunque pari ad uno). I dati utilizzati da Hall e Jones mostrano una correlazione positiva tra il reddito e il fattore di produttività generale, la cui rilevanza è catturata da un indice di determinazione decisamente significativo e pari a 0,79. Inoltre, il grafico mostra che tra i paesi nei quali la produttività residuale è particolarmente alta vi sarebbero l'Italia e la Francia, mentre molti paesi africani sarebbero caratterizzati da produttività decisamente basse. Ancora, un dato interessante che emerge dal grafico è la presunta bassa produttività della Cina⁸⁸ e l'alta produttività di Hong Kong (ossia uno dei paesi che sono stati in grado di intraprendere un processo di convergenza economica nell'ultima metà di secolo). I dati sulla produttività si mostrano coerenti con i livelli di benessere sperimentati dai vari paesi e, almeno in prima approssimazione, sembrano già sufficienti a spiegare gran parte della differenza reddituale esistente tra essi.

⁸⁸ Occorre sottolineare che si tratta di dati relativi ad almeno due decenni fa: il periodo considerato esclude gli ultimi anni nei quali si è verificato il boom dell'economia cinese.

Country	Y/L	—Contribution from—		
		$(K/Y)^{\alpha/(1-\alpha)}$	H/L	A
United States	1.000	1.000	1.000	1.000
Canada	0.941	1.002	0.908	1.034
Italy	0.834	1.063	0.650	1.207
West Germany	0.818	1.118	0.802	0.912
France	0.818	1.091	0.666	1.126
United Kingdom	0.727	0.891	0.808	1.011
Hong Kong	0.608	0.741	0.735	1.115
Singapore	0.606	1.031	0.545	1.078
Japan	0.587	1.119	0.797	0.658
Mexico	0.433	0.868	0.538	0.926
Argentina	0.418	0.953	0.676	0.648
U.S.S.R.	0.417	1.231	0.724	0.468
India	0.086	0.709	0.454	0.267
China	0.060	0.891	0.632	0.106
Kenya	0.056	0.747	0.457	0.165
Zaire	0.033	0.499	0.408	0.160
Average, 127 Countries:	0.296	0.853	0.565	0.516
Standard Deviation:	0.268	0.234	0.168	0.325
Correlation w/ Y/L (logs)	1.000	0.624	0.798	0.889
Correlation w/ A (logs)	0.889	0.248	0.522	1.000

Note: The elements of this table are the empirical counterparts to the components of equation (3), all measured as ratios to the U.S. values. That is, the first column of data is the product of the other three columns.

Fonte: Hall e Jones [1999], p. 10

Tavola 3: fattori produttivi e reddito di alcuni paesi scelti, in relazione ai valori statunitensi.

Questa tavola mostra, per un set scelto di paesi, il contributo offerto al reddito per occupato (Y/L) dalle dotazioni dei singoli fattori produttivi: intensità di capitale $[(K/Y)^{\alpha/(1-\alpha)}]$, capitale umano (H/L) e fattore residuale di produttività (A). Il contributo della produttività è calcolato come residuo mediante l'approccio contabile, sfruttando i dati a disposizione per il reddito, l'intensità di capitale e il capitale umano⁸⁹. L'entità dei vari fattori viene espressa in valore relativo rispetto a quelli degli Stati Uniti (presi a riferimento e dunque pari ad uno per tutte le colonne).

Dalla tavola emergono alcune evidenze interessanti. Gli Stati Uniti godono del maggior reddito per occupato tra i paesi ivi considerati ma molti altri paesi godono di intensità di capitale superiori agli Stati Uniti (Canada, Italia, Germania Ovest, Francia, Giappone e persino U.R.S.S., che pure presenta un reddito per occupato pari a meno della metà di quello statunitense) o di produttività superiori (Canada, Italia, Regno Unito, Hong Kong e Singapore). Ciò che veramente contraddistingue gli Stati Uniti dagli altri paesi sembra essere la dotazione di capitale umano a disposizione del singolo lavoratore: nessun paese gode di dati migliori di quelli statunitensi in questo campo.

Interessante è anche il caso dell'Italia, il cui fattore residuo di produttività sventa tra tutti i paesi (come precedentemente evidenziato anche dal grafico 1) e si mostra decisamente maggiore di quello degli Stati Uniti. Tuttavia, l'Italia subisce una dotazione di capitale umano notevolmente bassa⁹⁰, se confrontata con quella degli altri paesi più avanzati.

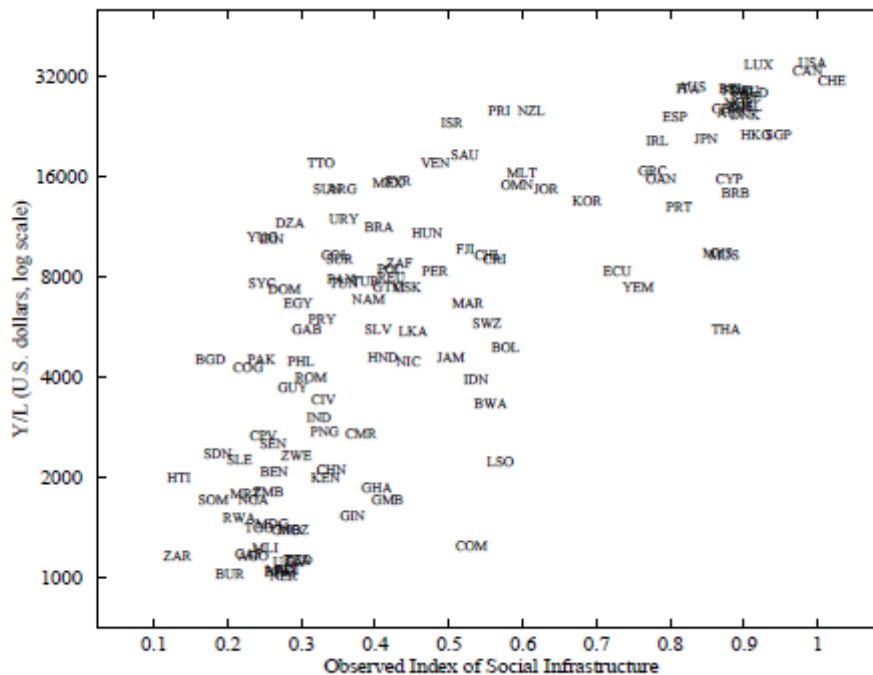
⁸⁹ In virtù dell'approccio contabile i dati esposti sono tali che il prodotto dei fattori produttivi restituisce esattamente il valore del reddito.

⁹⁰ Si noti, a ulteriore conferma di questo dato, che anche dalle misurazioni di Mankiw et al. [1992] (che pure sfruttano una definizione diversa di capitale umano) emerge un valore piuttosto basso della dotazione di capitale umano in Italia, in relazione a quello delle altre economie più avanzate. Pur non riportando le tavole complete dei dati, basti qui rilevare che la variabile SCHOOL (la variabile proxy del capitale umano sfruttata da Mankiw et al. [1992]) assume un valore pari a 7,1 in Italia mentre risultava pari a 8,4 in Germania Ovest, 8,9 in Francia e Regno Unito, 10,9 in Giappone e 11,9 negli Stati Uniti.

Merita una citazione anche il caso dell'U.R.S.S., la cui intensità di capitale non ha eguali tra i paesi considerati e supera di un buon 20% quella statunitense. Tuttavia, l'U.R.S.S. è caratterizzata da una produttività molto bassa che la condanna a doversi accontentare di un reddito pari a solo il 40% di quello americano. Questi dati risultano coerenti con il contesto economico e politico nel quale si svolgeva l'attività produttiva nel regime comunista: il regime era improntato ad un rigoroso accumulo di risorse ma probabilmente scontava una certa inefficienza nell'utilizzo delle stesse.

Infine, la Cina presenta un'intensità di capitale non troppo diversa da quella degli Stati Uniti e una dotazione di capitale umano di poco inferiore a quella dell'Italia: eppure il reddito per occupato cinese è radicalmente inferiore a quello dei paesi citati, poiché soffre di una produttività estremamente bassa.

La tavola presenta, inoltre, delle relazioni statistiche rilevanti tra le variabili considerate. Come ampiamente prevedibile, il reddito per occupato si mostra positivamente correlato con tutti i fattori produttivi e, comunque, in misura maggiore con il capitale umano e con il fattore residuale. Ciò, oltre a rappresentare un buon elemento a sostegno dell'aggiunta del capitale umano nel modello di Solow operata da Mankiw et al. [1992], sottolinea la rilevanza del fattore residuale (come già denunciato dallo stesso Solow) e, ancora una volta, finisce per ridimensionare il ruolo del capitale fisico, almeno in relazione al contributo offerto dalle altre variabili. Va rilevato che emerge una certa correlazione anche tra la stessa produttività e gli altri fattori (più con il capitale umano che con quello fisico a dire il vero), il che costituisce un elemento di contrasto non trascurabile con le assunzioni di Mankiw et al. [1992]. Mankiw, Romer e Weil avevano ipotizzato che l'errore non fosse serialmente correlato con le variabili indipendenti (investimento in capitale fisico e umano): tuttavia, il termine di errore finiva inevitabilmente per inglobare il fattore di produttività sia nella regressione del modello tradizionale che di quello aumentato e, poiché da Hall e Jones [1999] risulterebbe una correlazione tra il capitale umano e la produttività, la stima di Mankiw et al. [1992] potrebbe subirne una distorsione.



Fonte: Hall e Jones [1999], p. 24

Grafico 2: social infrastructure e reddito per occupato.

Questo grafico mostra la relazione tra la proxy della social infrastructure (la variabile proposta come possibile fattore di produttività, presentata sulle ascisse) e il reddito per occupato (sulle ordinate), per il campione di 127 paesi utilizzato da Hall e Jones. La proxy dell'infrastruttura sociale viene calcolata come media dei due indici descritti nel testo: l'indice GADP e l'indice di apertura dell'economia verso l'estero (entrambi possono assumere valori da 0 a 1). Il valore assoluto del reddito viene espresso su scala logaritmica in dollari statunitensi e si riferisce all'anno 1988. Quello che si evince in modo abbastanza immediato è una relazione fortemente positiva tra questa misura del contesto socio – istituzionale del paese e il rispettivo livello di reddito di cui esso gode. Ciò, chiaramente, va a sostegno dell'ipotizzata rilevanza di questa variabile come determinante del reddito.

CAPITOLO 4: LA CONVERGENZA

Osservare le grandi differenze economiche che contraddistinguono i paesi e tentare di comprenderne le cause, come fatto nel precedente capitolo, è certamente interessante ma la sua significatività è limitata al solo stato dei fatti attuale. Per spingere l'analisi in prospettiva è necessario chiedersi se una tale diversità sia destinata a perdurare nel tempo (quand'anche ad allargarsi) o se sia possibile ipotizzare un processo di convergenza che porti i paesi a godere di livelli di reddito simili. Da quest'ultimo punto di vista la storia economica offre esempi contrastanti. Se si prende in considerazione il fenomenale sviluppo vissuto dalle "tigri asiatiche" si potrebbe propendere in favore dell'ipotesi di convergenza. È, però, sufficiente spostarsi nel continente africano per rendersi conto che il processo di convergenza incontra serie e, almeno apparentemente, insormontabili difficoltà.

In generale, è facilmente intuibile che un processo di convergenza possa realizzarsi solo se i paesi poveri saranno in grado, nel tempo, di sperimentare tassi di crescita più alti rispetto a quelli dei paesi che attualmente sono più ricchi. Questo capitolo si concentrerà, quindi, sulla dinamica dei tassi di crescita e partirà dalle implicazioni del modello di Solow per procedere, in seguito, a verificarne la bontà delle previsioni, mediante le stime di Mankiw et al. [1992]. Infine si passerà ad esaminare le possibili cause e spiegazioni di un fenomeno che, seppur previsto dalla teoria, non si realizza nel concreto e finisce per rallentare o impedire il processo di convergenza: il flusso di capitali dai paesi ricchi a quelli poveri.

4.1 LA CONVERGENZA NEL MODELLO DI SOLOW

4.1.1 La convergenza nei livelli di reddito e nei tassi di crescita. La divergenza

La dinamica incrociata della crescita economica dei paesi può portare alla realizzazione di due fenomeni distinti: una convergenza o una divergenza. Va sottolineato che il concetto di convergenza può riguardare due variabili: il livello del reddito e i tassi di crescita delle economie.

Per convergenza nei livelli di reddito si intende un processo di crescita economica e sviluppo che porti i paesi caratterizzati da redditi pro – capite più bassi a raggiungere quelli caratterizzati da redditi pro – capite più alti. Si tratta, cioè, di un meccanismo che consente di colmare il *gap* esistente in un dato momento storico tra i paesi più avanzati e quelli più arretrati. È facilmente intuibile che tale processo possa realizzarsi ad un'unica condizione necessaria e sufficiente: che nel corso del tempo i tassi di crescita dei paesi che partono da un livello di reddito inferiore siano sufficientemente maggiori, o maggiori per un periodo sufficientemente ampio, di quelli sperimentati dai paesi che partono in vantaggio.

Diverso è il concetto di convergenza relativamente ai tassi di crescita: in tal caso si ipotizza un meccanismo che porti tutti i paesi a crescere allo stesso tasso, indipendentemente dal livello di reddito di partenza. Ciò implica, chiaramente, che le eventuali differenze di reddito non vengano mai colmate e, anzi, restino costanti nel tempo. Nel quadro delineato i paesi poveri possono certamente sperare di migliorare le proprie condizioni economiche nel tempo ma sono destinati a restare relativamente meno avanzati dei paesi ricchi.

Altra situazione immaginabile è un processo di divergenza permanente. Essa si verifica quando i paesi che già partono da un livello di reddito relativamente alto continuano a crescere a tassi più sostenuti di quelli che sono caratterizzati da redditi bassi. La conseguenza di tale processo consiste in un progressivo allargarsi delle differenze di reddito osservabili tra i paesi.

La realizzazione di ognuna delle tre possibili situazioni appena descritte dipende dalla dinamica dei tassi di crescita che vengono sperimentati dalle economie a partire da un certo momento iniziale.

4.1.2 Le implicazioni del modello di Solow sulla convergenza

Il modello di Solow presenta delle previsioni puntuali sulla dinamica dei tassi di crescita e, quindi, individua conclusioni inequivocabili a proposito della convergenza. Per analizzare le previsioni del modello si riprendano le espressioni che descrivono i tassi di crescita del reddito per occupato nelle due fasi: quella di transizione verso lo stato stazionario e quella successiva, rispettivamente la [38] (opportunitamente modificata per esprimere il tasso di crescita in termini di reddito per occupato⁹¹) e la [44].

⁹¹ Si ricordi che la [38] esprimeva il tasso di crescita del reddito per unità di efficienza nella fase di transizione verso lo stato stazionario. Dal momento che nella presente trattazione occorre riferirsi al reddito per occupato si sfrutti l'ormai nota relazione che lega il reddito per unità di efficienza (y) al reddito per occupato (y): $y = yA$. Dalla precedente segue che il tasso di crescita del reddito per occupato (g_y) è dato da: $\Delta y/y = \Delta y/y + \Delta A/A + \Delta A \Delta y$. Indicando, come di consueto, il tasso di crescita del reddito per unità di efficienza con g_y e ricordando che, per la definizione alla [35] il tasso di crescita del parametro indicante la tecnologia è pari a g , si ottiene: $g_y = g_y + g$ (l'ultimo addendo della precedente viene trascurato per la dimensione relativamente piccola). Con la [38], infine, si esplicita l'espressione di g_y .

$$[69] g_y = g + [(k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n + g)k_t)^\alpha - (k_t)^\alpha] / (k_t)^\alpha$$

$$[44] g_y = \Delta A / A = g$$

I tassi di crescita sperimentati dai vari paesi nella fase di transizione verso lo stato stazionario sono diversi nella misura in cui differiscono i parametri strutturali delle rispettive economie (s, n)⁹². Ciò porterà i vari paesi a convergere verso i rispettivi stati stazionari, con la conseguenza che paesi con parametri strutturali diversi saranno caratterizzati di livelli di reddito di stato stazionario diversi (come illustrato nel capitolo 2).

Prendendo a riferimento il reddito per occupato di stato stazionario come punto di partenza, la dinamica dell'eventuale convergenza sarà determinata dall'evoluzione successiva delle economie, ossia dai tassi di crescita economica che saranno in grado di sperimentare. Il modello di Solow prevede che, una volta raggiunto lo stato stazionario, tutte le economie crescano allo stesso tasso, pari al tasso di progresso tecnologico, condiviso a livello globale tra tutte le economie (come espresso dalla [44]). Pertanto, il modello di Solow prevede una convergenza assoluta nei tassi di crescita del reddito per occupato⁹³. Tuttavia, poiché tale tasso di crescita opera a partire da livelli di reddito per occupato diversi, non è previsto il verificarsi di una convergenza assoluta anche nei livelli di reddito. Nel corso del tempo, cioè, i paesi sono destinati a crescere allo stesso tasso ma a mantenere livelli di reddito irrevocabilmente diversi.

Più in particolare, solo i paesi che fossero caratterizzati dagli stessi (o quantomeno simili) parametri strutturali delle economie potranno raggiungere livelli di reddito equiparabili. Due paesi caratterizzati dalla stessa capacità di risparmio e dalla stessa dinamica demografica, saranno destinati a raggiungere lo stesso livello di reddito nel tempo, indipendentemente dalle differenze di reddito attualmente osservabili. Infatti, secondo la logica del meccanismo di Solow, il paese che, in un dato momento, partisse da livelli di reddito inferiori sperimenterebbe tassi di crescita più sostenuti del paese relativamente più ricco per tutta la fase di transizione verso lo stato stazionario. Questo avverrebbe perché il modello di Solow parte dall'ipotesi di rendimenti marginali decrescenti del capitale: i paesi più poveri partendo da dotazioni di capitale inferiore dovrebbero beneficiare di tassi di crescita maggiori (si veda, infatti, la relazione inversa tra g_y e k_t espressa dalla [67]). Dopodiché, raggiunto lo stesso stato stazionario, i due paesi proseguirebbero la loro dinamica di crescita allo stesso tasso (così come tutti gli altri paesi) e manterrebbero nel tempo gli stessi livelli di reddito. Tale meccanismo, secondo cui ogni paese converge verso il proprio stato stazionario e dunque paesi diversi convergono se e solo se condividono lo stesso stato stazionario, prende il nome di convergenza condizionata (ossia, condizionata ai parametri che determinano lo stato stazionario).

In conclusione, il modello di Solow prevede una convergenza condizionata nei livelli di reddito per occupato e una convergenza assoluta dei tassi di crescita, in seguito al raggiungimento dello stato stazionario.

⁹² Si riprende, in questo caso, l'ipotesi di Solow e Mankiw et al. [1992], secondo cui i tassi di progresso tecnologico e di ammortamento non variano significativamente tra i paesi. Dunque, le uniche variabili che determinano differenze strutturali delle economie nella crescita di lungo periodo sono la crescita demografica e il saggio di risparmio.

⁹³ Il reddito aggregato, invece, crescerà al tasso delineato dalla [46]: $G_Y = \Delta Y / Y = g + n$. Ossia, i paesi con crescita demografica superiore saranno caratterizzati da tassi di crescita del prodotto aggregato superiori. Tuttavia, come specificato in introduzione, tale grandezza non è un efficace misura del benessere economico del paese, dal momento che non considera la situazione del singolo individuo medio, motivo per cui viene trascurata dalla trattazione.

4.1.3 Progresso tecnologico e produttività: considerazioni ulteriori

Sebbene le implicazioni del modello di Solow siano ben precise, occorre subito prendere in considerazione anche le ulteriori variabili che sono state proposte nella trattazione e che esso omette.

Si consideri, in primis, un modello aumentato del tipo proposto da Mankiw et al. [1992]. La convergenza tra i paesi sarebbe condizionata non solo ai saggi di risparmio destinati all'accumulazione di capitale fisico e alle capacità di ammortamento, ma anche a simili tassi di investimento in capitale umano. Questo perché i paesi raggiungerebbero livelli di reddito di stato stazionario uguali solo se condividessero anche il tasso di investimento in capitale umano. Due paesi potrebbero investire in capitale fisico la stessa quota di reddito e condividere una dinamica demografica simile ma raggiungerebbero stati stazionari diversi se fosse diverso il rispettivo investimento in istruzione. Tutto sommato, però, le conclusioni del modello aumentato resterebbero le stesse del modello originale di Solow, a patto di tenere in considerazione la variabile ulteriore: la convergenza risulterebbe semplicemente condizionata anche a quella variabile.

È più problematico, invece, considerare quell'insieme di variabili emerse nel capitolo precedente e potenzialmente incluse nel fattore di produttività A , che assumono un ruolo cruciale nella determinazione dei livelli di reddito. Riprendendo il concetto del residuo di Solow, esse possono rappresentare il contributo essenziale per spiegare la larga parte delle differenze di reddito osservabili tra i paesi e dunque condurre a livelli di reddito di stato stazionario molto diversi, impedendo una convergenza condizionata ai soli tassi di investimento e di crescita demografica.

Per agevolare l'analisi si introduce una funzione di produzione che esplicita tutte le variabili emerse finora⁹⁴:

$$[70] Y = A_0(AL)^{(1-\alpha-\beta)}K^\alpha H^\beta$$

La funzione di produzione precedente include due parametri di produttività distinti: A_0 rappresenta una misura del contesto istituzionale e dell'infrastruttura sociale introdotti da Acemoglu, Johnson e Robinson e da Hall e Jones, (e, volendo, anche del fattore geografico individuato da Sachs che si intreccia con essi). L'altro parametro di produttività indica il livello tecnologico raggiunto, secondo il significato proposto da Parente e Prescott (che coincide con il concetto di progresso tecnologico esogeno di Solow in caso di assenza di barriere all'adozione della tecnologia o qualora queste siano notevolmente basse). Sono compresi, infine, i tradizionali fattori produttivi: il capitale (specificamente distinto in capitale fisico ed umano) e il lavoro. Il prodotto AL è interpretabile come forza lavoro espressa in unità di efficienza secondo il significato del modello di Solow (con l'ulteriore specificazione che si considera solo la quota di progresso tecnologico adottato e non l'intero stock di conoscenza accumulato a livello globale).

Dalla [70] deriva che, due economie che condividessero i parametri strutturali (s_k , s_h , n) ma avessero diverse capacità di adozione delle tecnologie o presentassero diversi contesti istituzionali nei quali si svolge l'attività economica, convergerebbero verso stati stazionari caratterizzati dagli stessi livelli di reddito per unità di efficienza, ma il reddito per occupato dei due paesi sarebbe diverso. Un processo di convergenza relativo al reddito per occupato si verificherebbe solo se fossero condivisi anche i parametri di produttività. Il

⁹⁴ Si noti che la [70] non è altro che la funzione di produzione utilizzata da Mankiw et al. [1992] alla [50] con l'aggiunta di un ulteriore parametro di produttività A_0 .

reddito per occupato individuato nella fase in cui il reddito per unità di efficienza si trovi in stato stazionario sarebbe, infatti⁹⁵:

$$[71] y^* = A_0 A [(s_k^\alpha s_h^\beta) / (\delta + n + g)^{(\alpha+\beta)}]^{1/(1-\alpha-\beta)}$$

In sostanza, considerando la funzione di produzione alla [70] la convergenza sarebbe condizionata a tutto questo insieme di variabili e l'aggancio ai paesi relativamente più ricchi rappresenterebbe un processo decisamente più complesso e accidentato di quello descritto dal modello di Solow e anche di quello implicato dal modello aumentato di Mankiw et al. [1992].

Inoltre, rispetto al capitale umano e al capitale fisico, il parametro A_0 può presentare una rigidità più marcata: perciò, colmare le differenze riscontrabili in questi campi potrebbe essere più difficile e necessitare di periodi più ampi o rivelarsi persino impossibile. Per incrementare lo stock di capitale fisico ed umano a disposizione di ogni lavoratore occorre aumentare l'investimento. Agire in tale direzione, per quanto un processo di investimenti sia difficile da innescare e risulti orientato verso un orizzonte temporale lungo, è plausibilmente meno arduo che intervenire a livello istituzionale o di infrastruttura sociale, che comporterebbe un processo di rivisitazione culturale. In conseguenza di tale considerazione sarebbe difficilissimo per i paesi poveri sperare di proiettarsi verso stati stazionari simili a quelli dei paesi ricchi, ancor più di quanto non lo fosse già quando si consideravano solo l'investimento in capitale umano e fisico e la crescita demografica come determinanti dello stato stazionario di un paese.

Inoltre, la conclusione del modello di Solow sulla convergenza assoluta dei tassi è particolarmente forte perché, in effetti, parte da un'ipotesi altrettanto forte: una volta raggiunto lo stato stazionario la crescita dipende dal solo progresso tecnologico e questo è condiviso.

L'ipotesi di condivisione della tecnologia potrebbe, in prima approssimazione, essere perfino accettata. Si pensi al fatto che l'informazione circola sempre più facilmente e velocemente e si tenga conto di tutta una serie di altre difficoltà che l'impresa o il paese che per primi sviluppassero una nuova tecnologia incontrerebbero nell'escludere il resto del mondo (almeno dopo un periodo iniziale) dagli avanzamenti tecnologici realizzati.

L'ipotesi di condivisione del progresso tecnologico è, invece, discutibile se si considerano le argomentazioni di Parente e Prescott sull'adozione della tecnologia. Sebbene anche secondo Parente e Prescott lo stock di conoscenza tecnologica sia condivisa tra tutti i paesi, il progresso tecnologico che ne deriva viene effettivamente implementato dai singoli paesi solo nella misura in cui questi siano in grado di adottarlo. In particolare Parente e Prescott [1994] ritengono di poter spiegare, nell'ambito di un contesto di crescita bilanciata, il processo di convergenza riuscito a paesi come Giappone e Germania nel secondo dopoguerra sulla base dell'alterazione della dimensione delle barriere all'adozione di tecnologie.

Infine, occorre tornare a considerare le variabili più sottili: di nuovo, le istituzioni e l'infrastruttura sociale. Qualora l'apporto di esse alla produttività restasse costante nel tempo, le differenze istituzionali tra i

⁹⁵ Come specificato dalla nota 94, la [70] non è altro che una funzione di produzione coerente con il modello aumentato di Mankiw et al. [1992] ulteriormente moltiplicata per un parametro di produttività che riflette le variabili istituzionali emerse nel capitolo 3. Di conseguenza, il reddito per occupato di stato stazionario non è altro che il reddito per occupato di stato stazionario del modello aumentato alla [56] moltiplicato per il parametro aggiuntivo, A_0 .

paesi si rifletterebbero unicamente in differenze di livello (accettando che nel lungo periodo i paesi condividono il tasso di progresso tecnologico e crescono a quel tasso, l'impatto delle variabili citate si riduce al livello del reddito di stato stazionario, punto di partenza della fase di crescita bilanciata). Tuttavia, se si ipotizzasse una dinamica della qualità del fattore istituzionale, consistente in un miglioramento ulteriore delle istituzioni nei paesi più avanzati rispetto a quelle dei paesi più poveri, i tassi di crescita dei paesi ricchi supererebbero (almeno temporaneamente finché il contesto istituzionale continuasse a migliorare) quelli dei paesi poveri e si assisterebbe ad una divergenza nei redditi. Ciò avverrebbe se i paesi poveri non fossero in grado di superare l'inadeguatezza delle proprie istituzioni e, invece, i paesi ricchi fossero in grado di renderle sempre più adatte allo sviluppo economico, ad esempio migliorando la qualità del sistema giudiziario o correggendo sempre più le eventuali imperfezioni di mercato presenti nel sistema economico⁹⁶.

⁹⁶ La capacità di migliorare le proprie istituzioni comporterebbe un miglioramento qualitativo dell'ambito nel quale si svolge il processo produttivo e darebbe una spinta propulsiva alla crescita economica. Tale argomentazione, comunque, perderebbe efficacia se un processo di miglioramento istituzionale continuativo fosse irrealizzabile.

4.2 LE EVIDENZE EMPIRICHE: IL TEST DI CONVERGENZA

4.2.1 I test di convergenza

I test di convergenza condizionata mirano a verificare se la previsione del modello di Solow sia corretta. Ossia, se una volta controllate le variabili che determinano lo stato stazionario (e che quindi possono produrre effetti diversi se i paesi tendono verso stati stazionari diversi) i paesi più poveri siano caratterizzati da tassi di crescita maggiori di quelli sperimentati dai paesi più ricchi. Ciò equivale a verificare se, qualora i vari paesi fossero caratterizzati dalle stesse condizioni strutturali dell'economia, quelli che partono da livelli di reddito più bassi crescerebbero più velocemente dei paesi avanzati e quindi sarebbero destinati a colmare il gap. Un test sulla convergenza condizionata è solitamente caratterizzato dalla stima della seguente equazione econometrica:

$$[72] (1/t)\ln(y_t/y_0) = a + by_0 + cX_t + \epsilon_t$$

Ossia, si tenta di verificare l'esistenza di una correlazione tra i tassi di crescita (variabile dipendente) in un periodo di tempo considerato che va da 0 a t e il livello di reddito iniziale (y_0). La variabile X_t è un vettore di variabili che comprende tutte le determinanti del reddito di stato stazionario, le quali vanno controllate per isolarne gli effetti sui tassi di crescita verso stati stazionari diversi. L'ultimo addendo è ovviamente un termine di errore. La previsione sulla convergenza sarebbe confermata da una correlazione significativa e negativa tra il tasso di crescita e il reddito di partenza (ossia da un coefficiente b minore di zero e da una correlazione significativa).

4.2.2 Il test di convergenza di Mankiw et al. [1992]

In Mankiw et al. [1992] i tre economisti, dopo aver verificato una certa capacità del modello di Solow nel descrivere il meccanismo di accumulazione e nel predire le determinanti del reddito di stato stazionario, procedono a testare le implicazioni del modello sulla convergenza tra paesi.

Per farlo essi partono direttamente dal modello aumentato che avevano individuato, ossia quello che comprende anche il fattore del capitale umano:

$$[50] Y = F(K,L,H) = (AL)^{(1-\alpha-\beta)}K^\alpha H^\beta$$

Si riprenda ora la [56] che indica il reddito per occupato di stato stazionario nel modello aumentato e la si esprima in funzione del reddito per unità di efficienza⁹⁷:

$$[73] y^* = [(s_k^\alpha s_h^\beta) / (\delta + n + g)^{(\alpha+\beta)}]^{1/(1-\alpha-\beta)}$$

Come evidenziato da Mankiw et al. [1992] il modello di Solow presenta una previsione della velocità alla quale il reddito converge verso il suo stato stazionario. Sfruttando l'approssimazione possibile per livelli di reddito sufficientemente vicini al reddito per unità di efficienza di stato stazionario (y^*) si ha, infatti:

$$[74] \partial[\ln(y_t)]/\partial t = \lambda[\ln(y^*) - \ln(y_t)]$$

⁹⁷ La [56] esprime il reddito per occupato di stato stazionario nel modello aumentato come segue: $y^* = A[(s_k^\alpha s_h^\beta) / (\delta + n + g)^{(\alpha+\beta)}]^{1/(1-\alpha-\beta)}$. Per ottenere l'espressione del reddito per unità di efficienza di stato stazionario nel modello aumentato basta sfruttare la relazione [43] da cui è possibile ottenere: $y = y/A$. Si ricava quindi la [73] dividendo la [56] per A.

Nella precedente y_t indica il livello di reddito in un dato istante t e il parametro λ indica la velocità di convergenza verso lo stato stazionario ed equivale a:

$$[75] \lambda = (n + g + \delta)(1 - \alpha - \beta)$$

Va immediatamente notato come la velocità di avvicinamento allo stato stazionario dipenda dai parametri α e β : in particolare se non si fosse utilizzato il modello aumentato β sarebbe stato nullo e dunque la velocità sarebbe risultata maggiore. L'inclusione del capitale umano, invece, rallenta la velocità prevedibile.

Per stimare il modello Mankiw et al. [1992] sfruttano l'equazione seguente⁹⁸:

$$[76] \ln(y_t) - \ln(y_0) = (1 - e^{-\lambda t})[\alpha/(1 - \alpha - \beta)]\ln(s_k) + (1 - e^{-\lambda t})[\beta/(1 - \alpha - \beta)]\ln(s_h) - \\ (1 - e^{-\lambda t})[(\alpha + \beta)/(1 - \alpha - \beta)]\ln(n + g + \delta) - (1 - e^{-\lambda t})[\alpha/(1 - \alpha - \beta)]\ln(y_0)$$

Dalla precedente si evidenzia che il tasso di crescita del reddito nell'intervallo $(0, t)$ dipende dalle variabili che determinano il livello di reddito di stato stazionario nel modello aumentato (investimento in capitale fisico, investimento in capitale umano, tassi di crescita demografica, di progresso tecnologico e di ammortamento) e dal livello di reddito nell'istante di partenza, y_0 . Queste erano le stesse considerazioni che venivano sottolineate dopo aver ricavato l'espressione del tasso di crescita del reddito alla [38], sebbene in quel caso fosse esplicitata la variabile della dotazione di capitale.

Il modello di Solow prevede che si verifichi una convergenza condizionata. Dal punto di vista del modello econometrico esplicitato da Mankiw et al. [1992] ciò significa che, una volta controllate le differenze tra i paesi circa le variabili che determinano il livello di reddito di stato stazionario (ossia i primi tre addendi che compaiono nella regressione alla [73]) si dovrebbe ricavare una correlazione significativa negativa tra il tasso di crescita del reddito e il livello di reddito iniziale considerato.

I paesi considerati e i dati utilizzati dai tre economisti sono gli stessi già sfruttati per il test descritto nel capitolo precedente (viene inoltre mantenuta la medesima suddivisione nei tre campioni). In particolare i dati sul reddito relativi agli anni 1960 e 1985 costituiscono, rispettivamente, i valori assegnati alle variabili y_0 e y_t : il tasso di crescita preso a riferimento è, dunque, quello osservato tra il 1960 e il 1985.

4.2.3 I risultati del test di convergenza: evidenze a favore della convergenza condizionata

I tre economisti conducono il test di convergenza in più fasi nelle quali vengono controllate progressivamente un numero sempre maggiore di variabili determinanti dello stato stazionario, per verificare l'attendibilità della convergenza condizionata proposta dal modello di Solow.

In una prima stima si procede lasciando dipendere il tasso di crescita del reddito dal solo livello di reddito iniziale. Di conseguenza si sta stimando un modello del tipo seguente:

$$[77] \ln(y_{1985}) - \ln(y_{1960}) = a + b\ln(y_{1960}) + \epsilon$$

La regressione espressa alla [77] corrisponderebbe ad un test su una convergenza assoluta (ossia non condizionata). Qualora risultasse una correlazione negativa significativa fra il tasso di crescita sperimentato dai paesi tra il 1960 e il 1985 e il livello di reddito iniziale del 1960 si avrebbe evidenza a favore di

⁹⁸ Mankiw et al. [1992] suggeriscono di stimare l'equazione seguente: $\ln(y_t) = (1 - e^{-\lambda t})\ln(y^*) + e^{-\lambda t}\ln(y_0)$. Sottraendo ad entrambi i membri della precedente il livello di reddito per unità di efficienza nell'istante di partenza (y_0) si ottiene: $\ln(y_t) - \ln(y_0) = (1 - e^{-\lambda t})\ln(y^*) - (1 - e^{-\lambda t})\ln(y_0)$. Infine, sostituendo ad y^* la sua espressione alla [73] si ottiene la [76].

convergenza indipendente dalla condivisione di uno stesso stato stazionario. Semplicemente, ogni paese relativamente povero tenderebbe a crescere più di ogni paese relativamente ricco, solo perché parte da livelli di reddito inferiori. Tuttavia, i risultati del test non sostengono tale eventualità: i coefficienti di determinazione sono vicini allo zero in due campioni su tre. Solo nel campione Ocse si raggiungono significatività più alte e la correlazione è, come previsto, negativa, propendendo a favore per una convergenza assoluta⁹⁹.

Nei test successivi si aggiungono progressivamente tutte le variabili controllabili: il tasso di investimento in capitale, la variabile proxy per l'investimento in capitale umano e la crescita demografica. Ancora una volta si considerano costanti tra i paesi i tassi di ammortamento e di progresso tecnologico. In ogni caso viene evidenziata una correlazione negativa, fedele alle previsioni, tra i tassi di crescita e i livelli di reddito di partenza. Inoltre, la performance delle regressioni mediante l'aggiunta delle variabili controllate è via via sempre migliore per tutti i campioni considerati, con i coefficienti di determinazione che superano il 40% nei due campioni più ampi e oltre il 60% nel campione Ocse, nella regressione che include tutte le variabili esplicitate alla [76].

In un ultimo test, infine, si procede alla restrizione secondo cui i coefficienti delle determinanti dello stato stazionario debbano assommare ad uno. La restrizione, che renderebbe maggiormente coerente il modello di Solow con la realtà empirica, non viene rigettata per nessuno dei campioni e i coefficienti stimati delle variabili vengono modificati solo marginalmente. La restrizione permette di esplicitare i valori implicati di α e β (il cui significato economico, si ricorda ancora una volta, è dato dalla quota di reddito spettante ai rispettivi fattori produttivi): secondo la regressione la percentuale di reddito destinata al capitale varia tra il 38% nel campione Ocse al 48% nel campione più ampio, mentre β è pari al 23% in tutti i campioni. Si evidenziano quindi delle stime relativamente maggiori di α e relativamente minori di β rispetto a quelle che risultavano dalla regressione presentata al terzo capitolo (in cui α e β venivano computati pari a circa 1/3).

La conclusione cui giungono Mankiw et al. [1993] è, dunque, che vi sia evidenza empirica a favore della convergenza condizionata proposta dal modello di Solow: controllando le variabili chiave dello stato stazionario si palesa, infatti, una correlazione negativa fra i tassi di crescita e i livelli di partenza del reddito. Inoltre, gli indici di determinazione assumono valori significativamente alti.

4.2.4 La stima della velocità di convergenza

In particolare gli autori affermano che, ancora una volta, il modello aumentato permette una stima più realistica del modello. Per verificarlo si consideri la definizione di velocità di avvicinamento allo stato stazionario, proposta alla [75]. Inserendo nella [75] un valore pari a 0.06 per il fattore $(n + g + \delta)^{100}$ e

⁹⁹ Per i risultati su questo e su tutti gli altri test effettuati da Mankiw et al. [1992] si rinvia alle tabelle dei lavori originali presenti nell'appendice in fondo al capitolo.

¹⁰⁰ Tale valore è composto dalla stima precedentemente proposta da Mankiw et al. (1992) per n e g , di cui alla nota 57, maggiorata da un valore arbitrariamente attribuito alla crescita demografica, pari a 0,01. L'utilizzo di valori alternativi attribuibili ad n non modifica sostanzialmente la conclusione cui si perviene, secondo cui la velocità stimata dal modello tradizionale è troppo elevata, o comunque più elevata di quella cui si giunge attraverso il modello aumentato.

utilizzando le stime pari ad 1/3 per le elasticità α e β , si ottiene una velocità più contenuta, pari a circa 0.02, considerando il modello aumentato e pari a circa 0.04, cioè doppia, considerando il modello tradizionale (in cui β è nullo). In effetti, il valore implicato di λ dalla regressione effettuata oscilla tra l'1.42% per il campione più ampio e il 2,06% per il campione Ocse, ossia vicinissimo al valore più contenuto previsto dal modello aumentato.

Le stime sulla velocità permettono di concludere che, a patto di controllare le variabili che determinano lo stato stazionario, sia possibile affermare l'esistenza di un processo di convergenza ad un tasso molto vicino a quello previsto dal modello aumentato e prossimo al 2% annuo. Inoltre, ciò consente un'ultima osservazione. Nel paragrafo 3.2.4 si lamentava una certa incapacità, anche del modello aumentato, di spiegare la variabilità di reddito tra i paesi del campione Ocse e si avanzava la possibilità che ciò fosse dovuto ad una certa lontananza dal reddito di stato stazionario, forse determinata dalla distruzione dello stock di capitale causata dal secondo conflitto mondiale. Ora, avendo considerato i dati disponibili fino al 1985 e in virtù di una velocità di convergenza verso lo stato stazionario di circa il 2%, è possibile affermare che nei soli 40 anni che separano la fine del conflitto dall'ultimo anno considerato, solo metà della distanza dallo stato stazionario potrebbe essere stata colmata¹⁰¹. Ciò avvalorerebbe l'ipotesi presentata al paragrafo citato, secondo cui le determinanti di stato stazionario non avrebbero ancora avuto modo di dispiegare interamente i propri effetti, dal momento che i paesi Ocse non avrebbero ancora recuperato lo stato stazionario.

4.2.5 Il parametro di produttività A_0 nel test di convergenza

Occorre esplicitare una differenza fondamentale fra la regressione operata per la stima delle elasticità α e β e quella sfruttata per il test sulla convergenza. Nel primo caso, riprendendo la [57], si aveva:

$$[57] \ln(y) = a - (\alpha + \beta)/(1 - \alpha - \beta) \ln(\delta + n + g) + \alpha/(1 - \alpha - \beta) \ln(s_k) + \beta/(1 - \alpha - \beta) \ln(s_h) + \epsilon$$

Nel secondo caso, quello del presente capitolo, si è utilizzata la seguente:

$$[76] \ln(y_t) - \ln(y_0) = (1 - e^{-\lambda t})[\alpha/(1 - \alpha - \beta)] \ln(s_k) + (1 - e^{-\lambda t})[\beta/(1 - \alpha - \beta)] \ln(s_h) - (1 - e^{-\lambda t})[(\alpha + \beta)/(1 - \alpha - \beta)] \ln(n + g + \delta) - (1 - e^{-\lambda t})[\alpha/(1 - \alpha - \beta)] \ln(y_0)$$

La regressione alla [57] che era servita per verificare la bontà del modello di Solow nel predire il meccanismo di accumulazione e di tendenza verso lo stato stazionario partiva dall'assunto secondo cui le economie dei paesi si trovassero nello stato stazionario o, comunque, le deviazioni da esso fossero casuali. Le eventuali differenze permanenti nelle rispettive funzioni di produzione tra i paesi (dovute alla produttività generale specifica di ciascun paese, che corrisponde alla variabile indicata con A_0 nel paragrafo 4.1.3) verrebbero incluse nel termine a , ossia nella costante della regressione.

¹⁰¹ Si ricorda che il modello originario di Solow non comprende il capitale umano. Di conseguenza la velocità di convergenza espressa dalla [75] viene prevista pari a: $\lambda = (n + g + \delta)(1 - \alpha)$ (ossia, non essendovi il capitale umano, si è posto $\beta = 0$). Con i valori numerici utilizzati in precedenza si ottiene una velocità di convergenza pari a 0,04, in virtù della quale in 17 anni circa viene coperto metà del cammino verso lo stato stazionario. Nel modello aumentato, la velocità di convergenza è pari alla [75]: $\lambda = (n + g + \delta)(1 - \alpha - \beta)$. Il che restituisce un valore numerico per la velocità di convergenza pari a 0,02, in virtù del quale occorrono almeno 35 anni per coprire metà del cammino verso lo stato stazionario. Dalla fine del secondo conflitto mondiale (1945) all'ultimo anno considerato dal test (1985) sono trascorsi solo 40 anni: un arco temporale sufficiente a coprire poco più della metà del percorso verso lo stato stazionario.

La seconda equazione si presenta, invece, indipendente dalla precedente ipotesi e prende in esame la dinamica di una situazione qualsiasi al di fuori dello stato stazionario. Tuttavia, sebbene ciò permetta un guadagno in termini di generalità, pone un problema ulteriore. Se i paesi sono caratterizzati da differenze permanenti nelle rispettive funzioni di produzione, queste avrebbero certamente avuto un ruolo nel determinare il reddito di partenza y_0 . La regressione le avrebbe però confinate nel termine di errore. Ossia, il termine di errore non risulterebbe serialmente non correlato con la variabile indipendente: ciò influenza i risultati della stima. Più semplicemente, il reddito che viene preso come punto di partenza nella [76] (ossia y_{1960}) potrebbe essere, almeno parzialmente, correlato anche con la produttività generale A_0 (che finisce per essere inclusa nel termine di errore) e quindi, almeno parzialmente, meno correlato con i tassi di crescita di quanto verrebbe evidenziato dai risultati.

È, quindi, necessario considerare che quanto più la produttività generale impatta sul reddito, tanto più i risultati della stima proposta potrebbero risultare distorti. Le conclusioni di questi test vanno bilanciate con la riflessione appena esposta, specie considerando che il capitolo terzo ha evidenziato una rilevanza significativa del fattore di produttività generale.

4.3 LA PRODUTTIVITA' E I FLUSSI DI CAPITALE

4.3.1 Le differenze di produttività

Nel modello di Solow, come ampiamente illustrato, le dotazioni di capitale e i livelli di reddito per occupato in stato stazionario sono determinati fondamentalmente dai saggi di risparmio e dai tassi di crescita demografica delle economie. In particolare i paesi che risparmiano molto e subiscono una bassa crescita demografica raggiungono dotazioni di capitale relativamente alte in stato stazionario. Viceversa, quei paesi che risparmiano poco e sono caratterizzati da forte crescita demografica raggiungono stati stazionari in corrispondenza dei quali il reddito e la dotazione di capitale per occupato sono relativamente bassi. D'altra parte, data l'ipotesi di rendimenti marginali decrescenti del capitale, la dotazione di capitale di stato stazionario nei paesi poveri dovrebbe avere produttività marginale superiore a quella dei paesi ricchi. Infatti, la produttività marginale del capitale di stato stazionario è data dall'espressione seguente¹⁰²:

$$[78] \text{PMK} = \alpha(n + g + \delta) / s_k$$

Ossia, è funzione diretta del tasso di crescita demografica e inversa del saggio di risparmio destinato all'investimento in capitale fisico. Se si apre l'economia (fin qui ipotizzata chiusa) del modello di Solow all'investimento estero, proprio i paesi più poveri dovrebbero beneficiare di una produttività marginale del capitale relativamente alta e ciò dovrebbe consentire loro di attirare investimenti dall'estero, allettati dai maggiori rendimenti del capitale. In tal modo il tasso di investimento crescerebbe, avviando una nuova fase di crescita e proiettando l'economia del paese povero verso un nuovo stato stazionario, caratterizzato da livelli di reddito maggiori¹⁰³.

Tuttavia, nella realtà si assiste a due fenomeni che contrastano con questa previsione teorica:

1. le differenze nei tassi di interesse, che dovrebbero riflettere le diverse produttività marginali e quindi essere proporzionali alle differenze nei saggi di risparmio e di crescita demografica, sono inferiori a quelle che si osserverebbero se fossero effettivamente legati ai parametri citati;
2. non si assiste a ingenti flussi di capitale dai paesi ricchi a quelli poveri, come suggerito dalle differenti produttività marginali e, anzi, molto spesso i paesi ricchi beneficiano di investimenti provenienti dai paesi relativamente più poveri¹⁰⁴.

¹⁰² Per dimostrare la validità della [78] si parta dalla [39] che descrive la condizione di stato stazionario nel modello di Solow con progresso tecnologico: $sf(k) = (\delta + n + g)k$. La precedente può essere riscritta come segue: $f(k^*) / k^* = (\delta + n + g) / s$. Considerando la [34], ossia la funzione di produzione Cobb – Douglas con parametro tecnologico labour – augmenting, è possibile ottenere la funzione di produzione intensiva per unità di efficienza: $f(k) = F(K,L)/AL = [(AL)^{(1-\alpha)}K^\alpha] / AL = A(k)^\alpha$. Sostituendo l'espressione di $f(k)$ appena trovata nella condizione di stato stazionario ottiene: $A(k^*)^\alpha / k^* = (\delta + n + g) / s$. Moltiplicando entrambi i lati per α si ha: $\alpha A(k^*)^\alpha / k^* = \alpha(\delta + n + g) / s$; $\alpha A(k^*)^{(\alpha-1)} = \alpha(\delta + n + g) / s$.

Infine, riconoscendo in $\alpha A(k^*)^{(\alpha-1)}$ la derivata prima della dotazione di capitale per unità di efficienza di stato stazionario si ottiene: $\text{PMK} = \alpha(\delta + n + g) / s$, ossia la [78].

¹⁰³ L'investimento estero permetterebbe uno *shift* della curva del risparmio verso l'alto, proprio come previsto dal meccanismo descritto al paragrafo 2.1.6 quando si verificava un aumento esogeno del saggio di risparmio. Il nuovo stato stazionario verrebbe raggiunto in corrispondenza di una dotazione di capitale e di un livello di reddito maggiori.

¹⁰⁴ Si pensi, a tal proposito, alla paradossale situazione che vede gli Stati Uniti in disavanzo commerciale quando invece, paesi relativamente meno ricchi come Cina e Russia sono in avanzo commerciale. Dal momento che l'economia

4.3.2 Critica ed evidenze a favore della previsione del modello sul rendimento del capitale

Il modello di Solow ha subito alcune critiche perché le sue previsioni si scontrano con la realtà. Tuttavia occorre sottolineare che il modello si limita a prevedere differenze rilevanti nelle produttività marginali del capitale ma non inferisce alcunché circa la determinazione di differenze altrettanto significative nei tassi di interesse.

D'altra parte la produttività marginale del capitale è direttamente ricavabile dai tassi di interesse solo in presenza di mercati dei capitali perfetti e in cui gli individui massimizzano la propria utilità¹⁰⁵. Se non valgono queste due ipotesi i tassi di interesse potrebbero non riflettere correttamente la produttività marginale del capitale. In effetti, è possibile mettere in discussione la sussistenza di tali ipotesi. In particolare, nei paesi poveri la maggior parte degli investimenti più redditizi potrebbe essere intrapresa dai rispettivi governi, i quali, per definizione, potrebbero non agire in modo socialmente ottimo. Inoltre, la presenza dei cosiddetti “*political risks*” (che si sostanziano nella mancanza di protezione certa verso diritti come la proprietà o il rispetto delle condizioni contrattuali) potrebbe scoraggiare l'investimento diretto da parte di privati residenti e, ancor più, da parte di investitori stranieri (che subiscono anche rischi legati a carenze informative). Questa possibile spiegazione è corroborata da Williams [1975] secondo cui il 19% degli investimenti esteri in paesi in via di sviluppo effettuati dal 1956 al 1972 ha subito un'espropriazione: il governo ha nazionalizzato le iniziative private, riconoscendo in media solo il 41% del valore contabile dell'investimento, a titolo di indennizzo. L'esistenza dei *political risks* è inoltre coerente con la causa istituzionale delle differenze di reddito tra i paesi, presentate nel capitolo precedente.

Un'ulteriore evidenza a favore della previsione del modello circa le larghe differenze nelle produttività marginali del capitale è data dalla misurazione diretta dei rendimenti del capitale. Si riprenda la [10]:

$$[10] \text{PMK} \cdot K = \alpha Y$$

Dalla precedente è possibile ottenere la seguente espressione del rendimento del capitale, che può essere direttamente misurata avendo a disposizione i dati sulla frazione di reddito destinata al capitale e sull'intensità di capitale in relazione al prodotto totale:

$$[79] \text{PMK} = \alpha / (K/Y)$$

Dal momento che la frazione di reddito destinata al capitale, α , è piuttosto costante tra i vari paesi¹⁰⁶, mentre l'intensità di capitale sul prodotto aggregato varia da circa 1 nei paesi a basso risparmio a circa 3 nei paesi con alto livello di risparmio¹⁰⁷, è possibile concludere che il rendimento del capitale misurato direttamente come tasso di profitto è maggiore nei paesi che hanno minore capacità di risparmio. A conclusioni analoghe giunge anche Psacharopoulos [1985], in merito al rendimento dell'investimento in capitale umano (misurato

mondiale è un'economia chiusa, i capitali che finanziano gli investimenti negli Stati Uniti devono derivare da paesi più poveri degli Stati Uniti stessi, invertendo la direzione prevedibile del flusso di capitali.

¹⁰⁵ Per la dimostrazione dell'uguaglianza tra produttività marginale del capitale e tassi di interesse reali, sotto le dovute condizioni, si rinvia alla sezione A1.1 dell'appendice al primo capitolo.

¹⁰⁶ Da Sachs [1979] e Atkinson [1975]. Lo studio di Sachs afferma, in particolare, che nemmeno in concomitanza di fasi in cui avviene una rapida accumulazione di capitale si assiste a incrementi della quota di reddito destinata a tale fattore.

¹⁰⁷ Da Summers e Heston [1988].

come aumento percentuale del salario ricevuto in corrispondenza di un anno aggiuntivo di istruzione) che risulta relativamente più alto nei paesi più poveri.

L'evidenza empirica lascia propendere, quindi, per la validità dell'ipotesi del modello di Solow nel prevedere differenze rilevanti nelle produttività del capitale tra i paesi e, soprattutto, rendimenti maggiori dello stesso nei paesi più poveri.

4.3.3 Il mancato flusso dei capitali secondo Lucas

Il mancato flusso di capitali dai paesi ricchi verso i paesi poveri ha interessato, tra gli altri, anche Robert E. Lucas, Jr. che vi ha dedicato un *paper* dal titolo "*Why Doesn't Capital Flow from Rich to Poor Countries?*", risalente al 1990.

Lucas inizia la sua analisi confrontando due paesi, gli Stati Uniti e l'India, ipotizzando che siano caratterizzati dalla stessa funzione di produzione a rendimenti di scala costanti ma con produttività marginali dei singoli fattori decrescenti: il classico quadro di riferimento della Cobb – Douglas. Per ipotesi i due paesi presentano fattori produttivi di qualità omogenee ma Lucas registra che secondo i dati di Summers e Heston [1988], il lavoratore medio americano è quindici volte più produttivo dell'equivalente indiano. Tale differenza di capacità può derivare, nel modello delineato, solo da differenti dotazioni di capitale per singolo occupato.

Sfruttando il dato sulla produttività relativa del lavoratore americano rispetto a quello indiano si otterrebbe un rapporto tra le produttività marginali del capitale nei due paesi secondo cui il rendimento del capitale indiano sarebbe pari a 58 volte quello americano. Lucas nota che, nel caso in cui i mercati fossero perfettamente concorrenziali e liberi, in seguito a dati del genere dovrebbero osservarsi ingenti flussi di capitale verso l'India: tuttavia ciò non si verifica. Per risolvere il dilemma, Lucas mette in discussione le ipotesi inizialmente formulate ed offre alcune possibili spiegazioni del fenomeno.

Innanzitutto, l'ipotesi di perfetta omogeneità dei fattori produttivi può risultare eccessivamente restrittiva. È arduo immaginare che il capitale umano mostri le stesse caratteristiche nei due paesi. Lucas si riferisce, a tal proposito, alle stime di Krueger [1968]: secondo tali stime che l'India avrebbe una dotazione di capitale umano pari al 20% di quella degli Stati Uniti. In altre parole il singolo lavoratore americano è tanto produttivo quanto lo sono cinque lavoratori indiani. A questo punto, spostando l'analisi dal singolo lavoratore alle unità di efficienza, il rapporto tra le produttività dei due paesi scende da 15 a 3, e il rendimento prevedibile del capitale indiano è, ora, 5 volte maggiore di quello americano. Pur avendo ridotto significativamente il dato sul rendimento atteso del capitale indiano (da 58 a 5 volte quello americano), ciò non giustifica ancora il mancato flusso.

Lucas risolve definitivamente il problema da un punto di vista numerico ipotizzando che il capitale umano abbia esternalità positive: in questo modo i miglioramenti della qualità media del lavoro si trasferiscono ulteriormente sulla produttività dello stesso. Utilizzando l'esternalità del capitale umano stimata da Denison [1962], Lucas è finalmente in grado di ridurre il rendimento atteso del capitale indiano a

solo 1,04 volte quello americano, un livello abbastanza contenuto da giustificare il fenomeno apparentemente paradossale che si osservava.

In seguito Lucas mette in discussione la presenza di mercati dei capitali perfetti. Di nuovo (come nel paragrafo precedente), emerge la presenza di “*political risks*”, per i quali il paese che beneficia dell’investimento estero sarebbe incentivato, nel momento in cui si troverà a dover invertire il flusso di risorse per restituire il prestito ricevuto, a interrompere il rapporto commerciale. Ossia, vi sarebbe un incentivo a non rispettare il contratto, in mancanza di *enforcement* internazionali credibili. Ciò chiaramente scoraggia l’investitore straniero, facendolo desistere dall’impegnarsi in investimenti nel paese povero.

Tuttavia Lucas precisa che nel passato sarebbero esistite strutture istituzionali tali da poter rendere trascurabile questo rischio: si pensi agli imperi coloniali, nei quali le leggi del paese colonizzatore potevano applicarsi indistintamente sull’intero territorio colonizzato. In tal caso il citato “*political risk*” poteva considerarsi neutralizzato. Ma, nemmeno in questo caso, si hanno evidenze di flussi significativi di capitale dalla madrepatria in direzione delle colonie. La spiegazione proposta da Lucas prevede un comportamento monopolistico da parte del paese colonizzatore che ritarderebbe volontariamente il flusso di capitali verso la colonia in modo tale da mantenere artificialmente bassi i salari dei lavoratori e massimizzare i rendimenti ottenibili dal capitale stesso¹⁰⁸. Come evidenziato dall’autore, è tuttora possibile osservare atteggiamenti talvolta sfavorevoli all’ingresso di capitali provenienti dall’estero da parte dei governi dei paesi in via di sviluppo. Ciò accade per ragioni di scetticismo nei confronti di uno sviluppo traumaticamente rapido o semplicemente per un’atavica mancanza di fiducia verso gli investitori esteri.

Ciascuna delle motivazioni addotte da Lucas rende comprensibile il mancato flusso di capitali verso i paesi poveri e, certamente, non agevola l’opportunità di uscire dalle condizioni economiche di precarietà vissute da questi ultimi, poiché ostacola la possibilità di sfruttare i vantaggi derivanti dalla maggiore produttività del capitale e rallenta, o impedisce del tutto, un eventuale processo di convergenza.

¹⁰⁸ L’ipotesi di Lucas è che, anche in presenza di un mercato del lavoro competitivo nella colonia, il governo della madrepatria disponesse del pieno controllo commerciale all’interno dell’impero coloniale: manovrando il flusso di capitali esso era in grado di controllare anche i salari, in qualità di monopsonista.

4.4 CONCLUSIONI SULLA CONVERGENZA

4.4.1 Previsioni teoriche ed evidenze empiriche in merito alla convergenza

Il modello di Solow propende inequivocabilmente per una convergenza condizionata nei livelli di reddito e assoluta nei tassi di crescita. I paesi con economie simili, convergendo verso lo stesso stato stazionario, sono destinati a godere degli stessi livelli di reddito. La definizione di economie simili, in realtà, dovrebbe contenere elementi ulteriori a quelli individuati da Solow, altrimenti i redditi di stato stazionario convergerebbero solo in termini di unità di efficienza e non di reddito per occupato. Occorre considerare, oltre alla crescita demografica e al saggio di risparmio destinato all'accumulazione di capitale fisico (individuati dal modello), quantomeno anche l'investimento in capitale umano e il contesto istituzionale nel quale si svolge l'attività economica, nella misura in cui queste variabili ulteriori impattano sulla produttività.

Dopo aver raggiunto i rispettivi stati stazionari, tutti i paesi sarebbero destinati a crescere allo stesso tasso, pari al progresso tecnologico. Questo impedirebbe la convergenza assoluta: i paesi poveri, dopo aver raggiunto lo stato stazionario, non sarebbero in grado di crescere più in fretta dei paesi più ricchi. La loro unica speranza risiederebbe nella possibilità di attrarre capitali dall'estero in virtù del maggior rendimento offerto dal capitale, presente in quantità più scarsa proprio nei paesi poveri (e dunque più redditizio). L'evidenza empirica, che sembra confortare la previsione di maggiori rendimenti del capitale nei paesi poveri, non mostra, tuttavia, la dinamica dei flussi di capitale nella direzione prevista.

Per comprendere ciò occorre considerare il rischio connesso ad investimenti in paesi caratterizzati da istituzioni più deboli e meno attente alla protezione dei diritti di proprietà che scoraggiano gli investitori esteri. Ancora, è necessario tenere conto che, a differenza del capitale, il fattore produttivo lavoro è difficilmente omogeneo tra i vari paesi e maggiormente produttivo nei paesi più ricchi: ciò riduce il differenziale di rendimento del capitale. Infine, talvolta sono i governi degli stessi paesi in via di sviluppo ad ostacolare l'ingresso di capitali provenienti dall'estero.

D'altra parte, la previsione del modello sulla convergenza assoluta dei tassi di crescita nel lungo periodo implica che il progresso tecnologico venga condiviso tra tutti i paesi. Qualora venisse meno la veridicità di tale ipotesi, ciascun paese sarebbe caratterizzato dal proprio progresso tecnologico e la rispettiva crescita ne sarebbe specificamente influenzata: le differenze osservabili in stato stazionario potrebbero progressivamente allargarsi, nella misura in cui i paesi più ricchi dovessero beneficiare di un progresso relativamente maggiore dei paesi poveri. In questa considerazione si anticipa, seppure in un significato diverso¹⁰⁹, la critica che viene mossa dai modelli di crescita endogena: se si accetta che ogni paese sia caratterizzato da uno specifico avanzamento tecnologico si può propendere per l'ipotesi secondo cui il progresso tecnologico non è esogeno ma viene determinato da meccanismi intrinseci al sistema economico.

Inoltre, le variabili emerse nel terzo capitolo come determinanti fondamentali della produttività generale potrebbero rappresentare una difficoltà ulteriore verso la convergenza, nella misura in cui i paesi

¹⁰⁹ La differenza di significato sta nel fatto che nei modelli di crescita endogena la convergenza non sarà impedita da diversi livelli di progresso tecnologico bensì dall'ipotesi di rendimenti marginali non decrescenti che impediscono ai paesi poveri di crescere a tassi superiori ai paesi ricchi.

più ricchi fossero in grado di migliorarle progressivamente o i paesi più poveri non fossero in grado di colmarne le differenze.

4.4.2 Considerazioni finali sui processi di convergenza

Alla luce delle conclusioni tratte, si possono effettuare alcune considerazioni. L'eventualità che i paesi più poveri possano raggiungere il livello di benessere dei paesi ricchi appare ostacolata da più parti e, soprattutto, sembra legati a fattori che non possono essere corretti in automatico da meccanismi economici. Si consideri il problema di un paese povero nell'ottica del modello di Solow. Il paese africano che si trovasse destinato a convergere verso uno stato stazionario economicamente inferiore rispetto a quello dei paesi occidentali, dovrebbe sperare di poter raggiungere uno stato stazionario migliore: altrimenti, anche nell'ardua ipotesi di poter condividere il progresso tecnico con i paesi più ricchi, sarebbe destinato a restare relativamente più povero. Se il paese in questione non fosse in grado di mettere in campo gli strumenti adatti per proiettarsi verso stati stazionari preferibili, dovrebbe sperare di riuscire ad attrarre investimenti esteri. Tuttavia l'investitore occidentale potrebbe essere scoraggiato dall'investire in tale paese a causa della struttura istituzionale sfavorevole e del basso livello di specializzazione del lavoratore medio. D'altra parte, il basso livello di reddito individuato nello stato stazionario caratteristico di quel paese potrebbe derivare proprio da quelle caratteristiche dell'economia che scoraggiano l'investimento estero, creando un circolo vizioso dal quale è difficile uscire. Secondo Sachs, vi sarebbero, inoltre, svantaggi competitivi dovuti a fattori geografici che non possono essere superati mediante automatismi economici ma che andrebbero compensati da politiche attive e aiuti economici sostanziali da parte dei paesi più avanzati.

Spostandoci verso economie diverse, si confrontino i paesi dell'Europa occidentale e gli Stati Uniti. Questi paesi, seppur caratterizzati da alcune differenze non trascurabili, sono legati da fattori che sembrano permettere la condivisione sia degli avanzamenti tecnologici che delle caratteristiche strutturali di eventuali stati stazionari: si pensi agli intensi rapporti commerciali in essere tra essi e la stretta somiglianza degli assetti istituzionali. Questi elementi costituiscono certamente fonti favorevoli per l'instaurarsi di processi di effettiva convergenza.

Per concludere, nonostante il notevole rilievo che è emerso nella trattazione per il fattore della produttività generale, occorre specificare che talvolta il semplice meccanismo di Solow si rivela sufficiente per prevedere correttamente i processi di convergenza. Infatti, uno dei più interessanti fenomeni di crescita del secolo scorso, quello che ha avuto per protagoniste le tigri asiatiche, può essere quasi interamente spiegato a partire dal solo modello di Solow aumentato con capitale umano. Basti considerare che il tasso di investimento sul Pil della Corea del Sud è passato dal 5% al 30% dal 1950 al 1980 e nel 1991 il 75% della popolazione in età lavorativa disponeva di un'istruzione superiore, mentre nel 1966 tale percentuale era ferma al 26%¹¹⁰. Gli alti tassi di crescita sperimentati da questi paesi hanno consentito di colmare una notevole parte del gap verso i paesi più ricchi e l'aumento della quota di risparmio destinata sia al capitale fisico che a quello umano ha certamente proiettato lo stato stazionario verso livelli di reddito superiori.

¹¹⁰ Young [1995].

APPENDICE AL CAPITOLO 4

A4.1 I risultati del test di convergenza di Mankiw et al. [1992]

In questa sezione vengono presentati i risultati dei test di convergenza operati da Mankiw, Romer e Weil. In particolare vengono esposti i sia i risultati del test di convergenza assoluta che quelli del test di convergenza condizionata. In quest ultimo caso gli economisti testano sia il modello tradizionale che quello aumentato e infine impongono la restrizione (secondo cui i coefficienti delle variabili controllate debbano annullarsi) in modo da ottenere i valori implicati di α e β .

TABLE III
TESTS FOR UNCONDITIONAL CONVERGENCE

Dependent variable: log difference GDP per working-age person 1960–1985			
Sample:	Non-oil	Intermediate	OECD
Observations:	98	75	22
CONSTANT	-0.266 (0.380)	0.587 (0.433)	3.69 (0.68)
ln(Y60)	0.0943 (0.0496)	-0.00423 (0.05484)	-0.341 (0.079)
\bar{R}^2	0.03	-0.01	0.46
s.e.e.	0.44	0.41	0.18
Implied λ	-0.00360 (0.00219)	0.00017 (0.00218)	0.0167 (0.0023)

Note. Standard errors are in parentheses. Y60 is GDP per working-age person in 1960.

Fonte: Mankiw et al. [1992], p. 425

Tavola 4: test di convergenza assoluta.

In questa tavola vengono riportati i risultati del test di convergenza assoluta, ossia sotto l'ipotesi che il solo reddito di partenza influenzi i tassi di crescita e, dunque, i paesi poveri sarebbero destinati a raggiungere quelli più ricchi. In due campioni su tre il coefficiente del livello di partenza del reddito è negativo e dunque impatta nella direzione prevista. Tuttavia, oltre al fatto che nel campione più ampio tale coefficiente è addirittura positivo (il che indicherebbe, semmai, una divergenza, come segnalato anche dalla velocità di convergenza negativa), il coefficiente di determinazione è adeguato solo nel campione OCSE: in particolare, in questo insieme di paesi la convergenza avverrebbe ad una velocità molto più bassa (0,0167) di quella prevista dal modello tradizionale (0,04).

Non vi sarebbero, in definitiva, elementi per propendere a favore di una convergenza assoluta.

TABLE IV
TESTS FOR CONDITIONAL CONVERGENCE

Dependent variable: log difference GDP per working-age person 1960–1985			
Sample:	Non-oil	Intermediate	OECD
Observations:	98	75	22
CONSTANT	1.93 (0.83)	2.23 (0.86)	2.19 (1.17)
ln(Y60)	-0.141 (0.052)	-0.228 (0.057)	-0.351 (0.066)
ln(I/GDP)	0.647 (0.087)	0.644 (0.104)	0.392 (0.176)
ln($n + g + \delta$)	-0.299 (0.304)	-0.464 (0.307)	-0.753 (0.341)
\bar{R}^2	0.38	0.35	0.62
s.e.e.	0.35	0.33	0.15
Implied λ	0.00606 (0.00182)	0.0104 (0.0019)	0.0173 (0.0019)

Note. Standard errors are in parentheses. Y60 is GDP per working-age person in 1960. The investment and population growth rates are averages for the period 1960–1985. ($g + \delta$) is assumed to be 0.05.

Fonte: Mankiw et al. [1992], p. 426

Tavola 5: test di convergenza condizionata (modello tradizionale).

In questa tavola vengono riportati i risultati del test di convergenza condizionata alle determinanti del reddito di stato stazionario individuate dal modello tradizionale di Solow: il risparmio e la crescita demografica. In questa configurazione il coefficiente del livello di partenza del reddito è negativo in tutti i campioni e ciò costituisce già un primo miglioramento rispetto al test precedente. L'indice di determinazione inizia ad assumere valori più alti e raggiunge un buon 0,62 nel campione OCSE. La velocità di convergenza implicata dal modello si mostra, invece, ancora molto bassa rispetto alle attese del modello tradizionale, in tutti i campioni considerati (e particolarmente bassa nel campione più ampio, dove risulterebbe pari a 0,00606). Non è ancora possibile propendere per una convergenza, nemmeno condizionata.

TABLE V
TESTS FOR CONDITIONAL CONVERGENCE

Dependent variable: log difference GDP per working-age person 1960–1985			
Sample:	Non-oil	Intermediate	OECD
Observations:	98	75	22
CONSTANT	3.04 (0.83)	3.69 (0.91)	2.81 (1.19)
ln(Y60)	-0.289 (0.062)	-0.366 (0.067)	-0.398 (0.070)
ln(I/GDP)	0.524 (0.087)	0.538 (0.102)	0.335 (0.174)
ln($n + g + \delta$)	-0.505 (0.288)	-0.551 (0.288)	-0.844 (0.334)
ln(SCHOOL)	0.233 (0.060)	0.271 (0.081)	0.223 (0.144)
\bar{R}^2	0.46	0.43	0.65
s.e.e.	0.33	0.30	0.15
Implied λ	0.0137 (0.0019)	0.0182 (0.0020)	0.0203 (0.0020)

Note. Standard errors are in parentheses. Y60 is GDP per working-age person in 1960. The investment and population growth rates are averages for the period 1960–1985. ($g + \delta$) is assumed to be 0.05. SCHOOL is the average percentage of the working-age population in secondary school for the period 1960–1985.

Fonte: Mankiw et al. [1992], p. 426

Tavola 6: test di convergenza condizionata (modello aumentato).

In questa tavola vengono riportati i risultati del test di convergenza condizionata alle determinanti del reddito di stato stazionario individuate dal modello aumentato: l'investimento in capitale fisico, la crescita demografica e l'investimento in capitale umano. Ancora una volta i coefficienti del livello di reddito di partenza nei tre campioni sono negativi. L'inserimento del capitale umano migliora in tutti i campioni la capacità esplicativa del modello (gli indici di determinazione aumentano in tutti i casi, seppure non di molto). In particolare, la velocità di convergenza implicata dal test è molto vicina a quella prevista dal modello aumentato (0,02) in due campioni su tre e, comunque, anche nel campione più ampio, dove resta relativamente più lontana da quella prevista, sperimenta un incremento molto significativo rispetto al test precedente. Ancora una volta l'inserimento del capitale mostra di migliorare le performance del modello.

Inoltre, considerando i dati ottenuti e dal momento che si ottiene una velocità di convergenza vicina a quella ipotizzata è ora possibile propendere a favore dell'ipotesi di convergenza condizionata.

TABLE VI
TESTS FOR CONDITIONAL CONVERGENCE, RESTRICTED REGRESSION

Dependent variable: log difference GDP per working-age person 1960–1985			
Sample:	Non-oil	Intermediate	OECD
Observations:	98	75	22
CONSTANT	2.46 (0.48)	3.09 (0.53)	3.55 (0.63)
ln(Y60)	-0.299 (0.061)	-0.372 (0.067)	-0.402 (0.069)
ln(I/GDP) – ln($n + g + \delta$)	0.500 (0.082)	0.506 (0.095)	0.396 (0.152)
ln(SCHOOL) – ln($n + g + \delta$)	0.238 (0.060)	0.266 (0.080)	0.236 (0.141)
\bar{R}^2	0.46	0.44	0.66
s.e.e.	0.33	0.30	0.15
Test of restriction:			
p-value	0.40	0.42	0.47
Implied λ	0.0142 (0.0019)	0.0186 (0.0019)	0.0206 (0.0020)
Implied α	0.48 (0.07)	0.44 (0.07)	0.38 (0.13)
Implied β	0.23 (0.05)	0.23 (0.06)	0.23 (0.11)

Note. Standard errors are in parentheses. Y60 is GDP per working-age person in 1960. The investment and population growth rates are averages for the period 1960–1985. ($g + \delta$) is assumed to be 0.05. SCHOOL is the average percentage of the working-age population in secondary school for the period 1960–1985.

Fonte: Mankiw et al. [1992], p. 429

Tavola 7: test di convergenza condizionata (modello aumentato) con restrizione.

In quest'ultima tavola sono riportati i risultati del test di convergenza per quanto riguarda la regressione con restrizione (secondo cui i coefficienti delle variabili controllate debbano assommare a zero). La restrizione non viene rigettata in nessun caso e gli effetti sui coefficienti sono decisamente trascurabili. La velocità di convergenza implicata dal test con restrizione è, anche se di poco, maggiore rispetto al test senza restrizione (ciò avvicina ancora di più i risultati al valore atteso nei campioni più ampi). Di nuovo, la velocità di convergenza calcolata nel campione OCSE è praticamente uguale a quella prevista a priori, segnalando un'ottima capacità predittiva del modello aumentato.

Tuttavia, i valori implicati di α e β mostrano risultati un po' diversi da quelli ottenuti nei test del modello presentati al capitolo 3: in particolare si profila un α mediamente pari a 0,4 (superiore alle stime precedenti) e un β pari a 0,23 in tutti i campioni (inferiore alle stime precedenti).

Infine, si sottolinea che, a differenza dei test di cui al capitolo 3, stavolta i risultati del campione OCSE non si discostano da quelli degli altri campioni: se i paesi OCSE si fossero trovati (al momento del test) ancora al di fuori dello stato stazionario, ciò sarebbe perfettamente comprensibile. Infatti, poiché solo il test di convergenza considera esplicitamente una dinamica esterna allo stato stazionario, solo in questo tipo di test si potrebbero riscontrare risultati pienamente coerenti con le dinamiche economiche sperimentate dai paesi di questo campione.

CAPITOLO 5: LA CRESCITA NEL TEMPO

Uno degli elementi più interessanti della storia economica recente è costituito dal fatto che alcuni paesi, quelli che oggi sono caratterizzati dai tenori di vita più elevati, hanno goduto di una crescita duratura e pressoché ininterrotta nel tempo (eccezion fatta per le parentesi recessive che hanno colpito le varie economie, le quali, comunque, non hanno modificato il trend fondamentale di crescita). Altri paesi sembrano potersi incanalare verso percorsi di crescita simili. La questione che sorge spontanea è se la crescita economica sia un fenomeno destinato a durare indefinitamente e quali fattori possano guidarla nel lunghissimo periodo.

Il modello di Solow fornisce una risposta positiva a tale domanda e attribuisce ad un progresso tecnologico esogeno il ruolo di guida della crescita nel lunghissimo periodo. Il filone della crescita endogena è particolarmente critico verso il modello neoclassico poiché quest'ultimo non spiega economicamente la fonte di tale progresso. I modelli di crescita endogena tentano di inserire l'evoluzione tecnologica all'interno di dinamiche prettamente economiche. Si sviluppano in tal senso dei modelli che prevedono l'esistenza di rendimenti marginali del capitale non decrescenti, i modelli AK, ma anche dei modelli che fondano il progresso tecnologico sull'esistenza di incentivi all'innovazione, derivanti da economie organizzate in più settori e da strutture non concorrenziali, come il modello di Romer.

5.1 LA CRESCITA DI LUNGO PERIODO SECONDO SOLOW

5.1.1 La previsione del modello di Solow sulla crescita di lungo periodo

Sebbene la versione base del modello di Solow propenda per una stagnazione economica nel lungo periodo (poiché una volta raggiunto lo stato stazionario l'economia cessa di crescere), è sufficiente includere la dinamica demografica per giustificare una crescita persistente del reddito aggregato e tenere in considerazione il progresso tecnologico per fondare una crescita continuativa del reddito per occupato. Il modello di Solow presenta, quindi, risposte precise (ma non del tutto esaustive) in merito al tema della crescita di lungo periodo. Tali risposte sono precise poiché le espressioni alla [44] e alla [46], relative al modello comprensivo di progresso tecnologico, sono tanto semplici quanto esplicative:

$$[44] g_y = \Delta A / A = g$$

$$[46] G_Y = \Delta Y / Y = g + n$$

Dopo aver raggiunto il rispettivo stato stazionario, il reddito per occupato di ciascun paese tenderebbe a crescere allo stesso tasso di crescita di tutti gli altri paesi, pari al tasso di progresso tecnologico. Di conseguenza, la crescita economica, anche a livello individuale, sarebbe destinata a durare indefinitamente nella misura in cui fosse sostenuta da un avanzamento tecnologico continuativo. La crescita economica si imporrebbe come un fenomeno certo, finché il progresso tecnologico fosse in grado di alimentarla.

Solo leggermente diverse sono le considerazioni da fare in relazione alla crescita del reddito aggregato¹¹¹. Esso sarebbe influenzato anche dalla variabile della crescita demografica, dal momento che anche l'aumento della dimensione della forza lavoro consentirebbe all'output aggregato una crescita continuativa. Tuttavia, si può assumere ragionevolmente che la crescita demografica non sia un fenomeno inarrestabile: in definitiva, quindi, si potrebbe ricondurre anche la crescita del reddito aggregato al solo progresso tecnologico.

5.1.2 La critica al modello neoclassico

Sebbene quantitativamente precise, le risposte offerte dal modello neoclassico non sono, però, particolarmente complete. Il progresso tecnologico, ciò che in ultima istanza dovrebbe guidare e determinare la crescita economica nel lunghissimo periodo, viene esogenamente calato dall'alto e non esaustivamente spiegato. Questa è la critica principale che viene rivolta al modello neoclassico. Se il progresso tecnologico è proprio la variabile determinante della performance economica nel lungo periodo, risulta necessario fornire una spiegazione dettagliata della sua origine. In particolare, il filone teorico della crescita endogena ha l'obiettivo di inserire il progresso tecnologico nei meccanismi economico – produttivi, in modo tale che risulti determinato da essi. Di seguito verranno analizzati i principali modelli di crescita endogena introdotti dalla ricerca economica, sottolineandone pregi e difetti nella capacità di rappresentare adeguatamente i fenomeni reali e le principali differenze con il modello neoclassico.

¹¹¹ Tuttavia, come sottolineato più volte, il dato che assume più rilevanza è quello relativo alla crescita per occupato.

5.2 LA CRESCITA ENDOGENA: I MODELLI AK

5.2.1 Le teorie della crescita endogena

Ogni teoria che avesse l'obiettivo di includere il progresso tecnico nei meccanismi del sistema economico dovrebbe partire dalla seguente considerazione: la presenza di mercati perfettamente concorrenziali e di rendimenti marginali decrescenti dei fattori non lascia spazio all'extraprofitto¹¹². Di conseguenza, non vi sarebbero incentivi ad impegnarsi per il perseguimento di avanzamenti tecnologici, né risorse da destinarvi.

Endogenizzare il progresso tecnologico implica, invece, l'ammissione della possibilità per gli agenti economici di investire nel miglioramento della tecnologia e l'esistenza di incentivi per farlo. È necessario, dunque, abbandonare le ipotesi che hanno fin qui caratterizzato la trattazione e ipotizzare l'esistenza di rendimenti non decrescenti e di incentivi ad innovare.

Per muoversi verso contesti nei quali sia possibile immaginare un progresso tecnologico incorporato nei meccanismi economici è possibile seguire due approcci. Il primo, introdotto da Arrow, è basato sul concetto di "*learning by doing*" e costituisce la base del filone dei cosiddetti "modelli AK", i quali ipotizzano funzioni di produzione a rendimenti marginali costanti. Il secondo, proposto da Romer, si sviluppa a partire dall'ipotesi di un contesto esplicitamente non concorrenziale, in cui gli agenti operanti in concorrenza monopolistica sono incentivati ad innovare.

5.2.2 *Learning by doing*

Il progresso promosso attraverso il meccanismo di "*learning by doing*", secondo quanto proposto da Arrow, consiste in un accumulo di conoscenze e in miglioramenti della capacità produttiva determinati dal solo fatto che si stanno producendo nuovi beni. Esso dipende direttamente dalla produzione aggregata di capitale e si presenta come una conseguenza inattesa e involontaria della produzione, non volutamente ricercata dalle imprese che ne sono fautrici. Fondamentalmente, le imprese non sono coscienti del ruolo che ricoprono nel processo di evoluzione tecnologica, seppure siano esse stesse a determinarlo in quanto partecipanti al processo produttivo e percepiscono tale progresso come indipendente dal loro operare. Di conseguenza continuano a remunerare i fattori produttivi secondo i rispettivi rendimenti marginali, senza offrire dei compensi addizionali come premio per il relativo contributo fornito nel processo di sviluppo.

La teoria di Arrow muta radicalmente la struttura produttiva del sistema economico e la funzione di produzione che vi è sottesa. Una funzione di produzione compatibile con il processo di avanzamento tecnologico delineato è, infatti, diversa da quella ipotizzata dal modello neoclassico e assume la forma seguente:

$$[80] Y = AK$$

Questa funzione di produzione ha caratteristiche ben diverse dalla funzione Cobb – Douglas usualmente considerata. In particolare si abbandona l'ipotesi di produttività marginale del capitale decrescente, per

¹¹² Come illustrato dal teorema di Eulero nel primo capitolo, al paragrafo 1.4.

abbracciare una produttività marginale costante e pari ad A^{113} . Non solo il prodotto aggregato cresce continuamente in conseguenza di un qualsiasi aumento nell'utilizzo del fattore capitale ma, man mano che si aumenta la dimensione del capitale utilizzato, la singola unità di capitale aggiuntivo non muta la propria produttività. Ovviamente, il livello quantitativo assunto dal parametro A è fondamentale per determinare la dimensione della produttività del sistema economico. Ciò vuol dire che, se fosse ipotizzabile la presenza di livelli di A specifici per ciascun paese¹¹⁴, le produttività dei singoli paesi sarebbero estremamente diverse.

5.2.3 Il modello Harrod – Domar

Il concetto di *learning by doing* e l'implicata funzione di produzione AK hanno dato vita all'omonimo filone dei modelli AK di crescita endogena. Tuttavia un illustre precursore di tali modelli è costituito dal modello Harrod – Domar, che vale la pena di presentare brevemente.

In periodi distinti gli economisti Roy Harrod e Evsey Domar presentarono una funzione di produzione caratterizzata dall'imperfetta sostituibilità dei fattori produttivi, nella quale il fattore presente in quantità più scarsa costituisce una limitazione alla capacità produttiva aggregata e viene definito fattore limitante. Tale funzione di produzione assume la forma seguente:

$$[81] Y = F(K, L) = \min (AK, BL)$$

Nella precedente A e B sono parametri fissi. L'assenza di sostituibilità tra i fattori fa sì che, nel caso specifico in cui il fattore presente in quantità più scarsa sia il capitale, la funzione di produzione alla [81] degeneri nella seguente:

$$[82] Y = F(K) = AK$$

Ossia, proprio una funzione del tipo AK . Coerentemente con l'usuale dinamica di accumulazione del capitale, vi sarà accumulo di capitale in proporzione diretta con la frazione di reddito risparmiata e in funzione inversa con il deprezzamento. Di conseguenza il tasso di crescita dello stock di capitale è¹¹⁵:

$$[83] \Delta K / K = sA - \delta$$

Indicando tale tasso di crescita con la lettera g e ipotizzando fissa la dimensione di A nel tempo¹¹⁶, si ottiene un tasso di crescita del prodotto aggregato coincidente con quello dello stock di capitale e quindi pari a g^{117} :

¹¹³ Si rinvia all'appendice in fondo al capitolo per un rapido confronto grafico tra la funzione di produzione Cobb – Douglas e le funzioni AK .

¹¹⁴ Si riprendano gli argomenti di cui al capitolo 3: nel caso in cui A riflettesse la qualità delle istituzioni presenti nei vari paesi, esse determinerebbero in modo alquanto rilevante le differenze di produttività tra i rispettivi sistemi economici.

¹¹⁵ La variazione di capitale tra due periodi consecutivi è data dalla differenza tra la frazione di reddito risparmiata e la parte di capitale distrutta dal deprezzamento. In simboli si ha: $\Delta K = sY - \delta K$. Poiché nel modello considerato $Y = AK$, sostituendo quest'ultima nell'espressione della dinamica di accumulazione del capitale si ottiene: $\Delta K = sAK - \delta K$. Dividendo entrambi i lati della precedente per lo stock di capitale di partenza K , si ottiene il tasso di crescita di K alla [83].

¹¹⁶ Ipotizzare che A sia fisso nel tempo potrebbe apparire incoerente con le argomentazioni esposte in più parti della trattazione. Tuttavia, trattandosi di modelli di crescita endogena l'obiettivo dichiarato è di endogenizzare la crescita. In un modello a settore unico come quello che si sta presentando un'eventuale crescita di A potrebbe essere solo esogena e ciò contraddirebbe l'obiettivo stesso di endogenizzazione. In un modello che considera più settori, come quello di Romer che verrà proposto in questo capitolo, sarà possibile rendere endogena anche la crescita di A , in modo da abbandonare questa ipotesi che, rispetto agli argomenti dei capitoli precedenti, appare estremamente restrittiva.

$$[84] \Delta Y / Y = sA - \delta = g$$

Il modello Harrod – Domar presenta, però, un insormontabile inconveniente. Si consideri, in luogo della dinamica aggregata, quella relativa al singolo occupato. Tenendo in considerazione anche la crescita demografica, la dotazione di capitale per occupato, K/L , varierà al tasso $g - n$ ¹¹⁸. L'accumulazione di capitale per occupato sarà possibile solo nel caso in cui il tasso di crescita dello stock di capitale g superi il tasso di crescita demografica n . Finché si mantiene questa condizione il rapporto K/L tenderà ad aumentare, ossia aumenterà il capitale a disposizione del singolo occupato. Tuttavia, questo ha effetti sulla funzione di produzione, in virtù della forma funzionale considerata. Infatti, la crescita del capitale renderà tale fattore via via sempre meno scarso fino a che il fattore presente in quantità relativamente più bassa risulterà il fattore lavoro. A quel punto la funzione di produzione diverrà:

$$[85] Y = F(L) = BL$$

Il reddito aggregato crescerebbe allora al tasso n , mentre quello per singolo occupato cesserebbe di crescere¹¹⁹. Il modello Harrod – Domar, dunque, finirebbe per prevedere una stagnazione economica nel lungo periodo: tale conclusione si rivela incompatibile con le osservazioni empiriche relative ai paesi più avanzati, nei quali il reddito per occupato continua a crescere nel tempo.

5.2.4 Il modello di Frankel

Un modello AK in grado di superare il difetto del modello Harrod – Domar venne sviluppato nel 1962 dall'economista Frankel. Il modello di Frankel riprende alcuni elementi del modello di Solow tra cui la perfetta sostituibilità dei fattori (in contrasto con il modello Harrod – Domar) e il pieno impiego in ipotesi di funzione di produzione Cobb – Douglas: cioè con produttività marginale decrescente del capitale.

$$[3] Y = F(K, L) = AK^\alpha L^{(1-\alpha)}$$

Contrariamente al modello Harrod – Domar, il modello di Frankel non presuppone coefficienti fissi: infatti, il parametro di produttività A è sua volta una funzione dello stock di capitale accumulato dalle imprese, coerentemente con l'ipotesi di Arrow secondo cui lo stock di capitale accumulato contribuisce all'aumento di produttività. La produttività A è data da:

$$[86] A = A_0 K^\eta$$

Nella precedente, A_0 rappresenta il rendimento marginale costante del fattore, mentre l'esponente η indica il grado di estensione dell'esternalità generata dall'accumulo di capitale (ossia qualcosa che corrisponde all'esternalità positiva ipotizzata da Arrow e determinata del semplice fatto di aver prodotto nuovi beni).

¹¹⁷ Il tasso di crescita del prodotto aggregato è definito come segue: $\Delta Y / Y = \Delta(AK) / AK$. Ma poiché A è ipotizzato fisso si ottiene: $\Delta Y / Y = A(\Delta K) / AK = (\Delta K) / K$. Ossia, i tassi di crescita di prodotto e stock di capitale coincidono.

¹¹⁸ La dotazione di capitale per occupato è pari a K/L . La variazione di essa è data da: $\Delta(K/L) = \Delta K - \Delta L - \Delta K \Delta L$. Trascurando per i soliti motivi dimensionali l'ultimo addendo e definendo, usualmente, la crescita demografica con la lettera n , si ottiene: $\Delta(K/L) = g - n$. Si noti che, data la coincidenza tra i tassi di crescita di reddito e capitale, il tasso $g - n$ rappresenta non solo la crescita della dotazione di capitale ma anche la crescita del reddito per singolo occupato.

¹¹⁹ Se la funzione di produzione diviene $Y = BL$, il tasso di crescita del prodotto aggregato diviene $\Delta Y / Y = \Delta(BL) / BL$. Poiché si ipotizza fissa la dimensione di B nel tempo si ottiene: $\Delta Y / Y = B(\Delta L) / BL = \Delta L / L = n$. Il reddito per singolo occupato è pari ad Y/L . Poiché sia Y che L crescono allo stesso tasso n , il reddito per occupato non cresce.

Nell'economia ipotizzata da Frankel sono presenti N piccole imprese, tutte caratterizzate dalla medesima funzione di produzione, sicché la singola impresa produrrà la quantità y :

$$[87] y = Ak^{\alpha}l^{(1-\alpha)} = (A_0K^{\eta})k^{\alpha}l^{(1-\alpha)}$$

La precedente ricalca la funzione di produzione aggregata alla [3] ma k e l indicano, rispettivamente, lo stock di capitale e il numero di lavoratori a disposizione della singola impresa e la produttività A è stata sostituita con la sua espressione alla [86]. Assumendo come ipotesi semplificatrice che in ogni impresa operi un solo lavoratore e che, condividendo la stessa tecnologia e subendo gli stessi prezzi, tutte le imprese abbiano lo stesso quantitativo di capitale a disposizione¹²⁰, si ottiene:

$$[88] y = (A_0K^{\eta})(K/N)^{\alpha}$$

Dalla precedente è possibile ottenere la produzione aggregata¹²¹:

$$[89] Y = AK^{(\alpha+\eta)}$$

Nella precedente la lettera A indica compattamente la costante $A_0N^{(1-\alpha)}$ ¹²². La peculiarità di quest'ultima forma funzionale rispetto alla Cobb – Douglas dei modelli neoclassici risiede nella presenza del fattore di esternalità positiva η : il capitale non ha solo una sua produttività intrinseca ma contribuisce ad aumentare la produttività del sistema grazie alle esternalità che è in grado di generare, sotto l'ipotesi di processi di *learning by doing*. Tuttavia, la produttività marginale del capitale (crescente, costante o decrescente) dipenderà dal valore assunto dalla somma degli addendi che costituiscono l'esponente $(\alpha + \eta)$ ¹²³. La produttività marginale del capitale, ottenuta come derivata prima della funzione di produzione alla [89], è pari a:

$$[90] PMK = A(\alpha+\eta)K^{(\alpha+\eta-1)}$$

Procedendo in modo usuale, il tasso di crescita dello stock di capitale sarà dato da¹²⁴:

$$[91] g_K = \Delta K / K = sAK^{(\alpha+\eta-1)} - \delta$$

Il tasso di crescita del prodotto aggregato, sfruttando la [86] sarà pari a¹²⁵:

$$[92] g_Y = \Delta Y / Y = (g_K)^{(\alpha+\eta)}$$

Partendo dalle precedenti è ora necessario distinguere i valori che può assumere l'esponente della produttività $(\alpha + \eta - 1)$ in tre casi.

¹²⁰ Se lo stock di capitale totale è pari a K e tutte le N imprese condividono la stessa funzione di produzione e si approvvigionano sui mercati alle stesse condizioni, ogni impresa avrà a disposizione la quantità K/N di capitale.

¹²¹ La produzione aggregata è pari alla produzione della singola impresa moltiplicata per il numero delle imprese: $Y = Ny = N(A_0K^{\eta})(K/N)^{\alpha}$. L'espressione appena ricavata è riscrivibile come segue: $Y = A_0N^{(1-\alpha)}K^{(\alpha+\eta)}$. Sostituendo, infine, i fattori $A_0N^{(1-\alpha)}$ con la lettera A (corsiva) si ottiene la [89].

¹²² L'espressione $A_0N^{(1-\alpha)}$ corrisponde semplicemente ad una costante, poiché A_0 rappresenta la produttività marginale costante del capitale e $N^{(1-\alpha)}$ è il numero di imprese elevato ad un esponente dato.

¹²³ In particolare la [89] costituisce una funzione del tipo AK solo nel caso in cui l'esponente sia pari ad uno.

¹²⁴ L'accumulazione di capitale è data, come sempre, dalla differenza tra la frazione di reddito risparmiata e la parte di capitale che viene distrutta per via del deprezzamento, ossia: $\Delta K = sAK^{(\alpha+\eta)} - \delta K$. Il tasso di crescita dello stock di capitale è dato semplicemente da: $\Delta K / K$. Esso è dunque pari alla [91].

¹²⁵ Dalla [89] risulta che $Y = AK^{(\alpha+\eta)}$. Poiché A è un fattore di proporzionalità fisso (si veda la nota 122), il tasso di crescita del prodotto aggregato sarà pari a: $\Delta Y / Y = \Delta(AK^{(\alpha+\eta)}) / AK^{(\alpha+\eta)} = A(\Delta K^{(\alpha+\eta)}) / AK^{(\alpha+\eta)} = \Delta K^{(\alpha+\eta)} / K^{(\alpha+\eta)}$. Poiché $\Delta K / K$ è, per definizione, g_K , si ottiene: $\Delta K^{(\alpha+\eta)} / K^{(\alpha+\eta)} = (\Delta K / K)^{(\alpha+\eta)} = (g_K)^{(\alpha+\eta)}$; ossia proprio la [92].

1. $\alpha + \eta < 1$

In questo primo caso le esternalità non sono in grado di compensare l'effetto negativo comportato dai rendimenti marginali decrescenti del capitale. Infatti, dalla [91] g_K diventa una funzione decrescente in K poiché il suo esponente è negativo. Si delinea una situazione del tutto simile a quella presentata dal modello di Solow senza crescita demografica né progresso tecnologico. Si arriva ad uno stato stazionario in cui la crescita dello stock di capitale è nulla e la dotazione di capitale raggiunta è pari a¹²⁶: $K^* = (sA / \delta)^{1/(1-\alpha-\eta)}$. Nel caso in cui lo stock di capitale raggiungesse un livello superiore a quello di stato stazionario, sarebbe inevitabile una decrescita fino al raggiungimento dello stato stazionario. Ossia, lo stato stazionario rappresenta un equilibrio stabile.

2. $\eta + \alpha > 1$

In questo secondo caso le esternalità sono talmente ampie da riuscire a compensare più dello stretto necessario gli effetti negativi dei rendimenti marginali decrescenti del capitale. Il tasso di crescita dello stock di capitale g_K è ora funzione crescente dello stock di capitale K poiché l'esponente è positivo. Qualsiasi eventuale stato stazionario non sarebbe stabile: qualora K raggiungesse un valore superiore a quello di stato stazionario, diversamente dalla dinamica usuale, non avverrebbe un decumulo di capitale bensì un ulteriore accumulo, oltretutto ad un tasso ancora maggiore in quanto g_K è funzione crescente di K . Il tasso di crescita del prodotto è perfino superiore al tasso di crescita del capitale (si veda la [92]).

3. $\eta + \alpha = 1$

In questo terzo ed ultimo particolare caso si ha che l'esternalità è in grado di compensare esattamente l'effetto negativo prodotto dai rendimenti marginali decrescenti del capitale e si ottiene una funzione di produzione del tipo AK . La dinamica della crescita dello stock di capitale è data dalla seguente versione semplificata della [91]: $g_K = sAK - \delta$. Ossia la stessa dinamica del modello Harrod – Domar ma ottenuta sotto l'ipotesi di perfetta sostituibilità dei fattori: il che permette di ipotizzare una crescita continuativa anche del reddito per occupato pari a $g - n$ ¹²⁷, poiché stavolta non vi è nessun fattore limitante.

5.2.5 Conclusioni: la crescita di lungo periodo nei modelli AK. Confronto con il modello neoclassico

Mediante l'utilizzo dei modelli AK è possibile fornire una spiegazione endogena della crescita nel lungo periodo. Il modello Harrod – Domar, precursore dei modelli AK, beneficia di rendimenti marginali costanti del fattore capitale che permettono di fondare una crescita continua del reddito aggregato. Tuttavia, l'accumulazione di capitale rende nel tempo relativamente più scarso il fattore lavoro, che subentra al

¹²⁶ In stato stazionario, per definizione, la crescita dello stock di capitale è nulla. Quindi è possibile imporre la condizione di stato stazionario per cui la frazione di reddito risparmiata è esattamente pari al deprezzamento del capitale: $sAK^{(\alpha+\eta)} = \delta K$. Isolando lo stock di capitale K si ottiene l'espressione illustrata: $K = (sA / \delta)^{1/(1-\alpha-\eta)}$.

¹²⁷ Dalla [92] $g_Y = (g_K)^{(\alpha+\eta)}$. In questo caso specifico l'esponente è pari ad uno e dunque, come nei modelli Harrod – Domar, il tasso di crescita del prodotto e quello dello stock di capitale coincidono: $g_Y = g_K = g$. Passando dalla dinamica aggregata a quella per singolo occupato e definendo con Y/L il reddito per singolo occupato si ha: $\Delta(Y/L) = \Delta Y - \Delta L = g - n$.

capitale nel ruolo di fattore limitante. A questo punto il modello prevede una stagnazione nella crescita del reddito per occupato.

Il modello di Frankel giustifica entrambi i tipi di crescita del reddito nel corso del tempo. Infatti, nel caso in cui le esternalità positive del capitale riescono a compensare esattamente la produttività marginale decrescente del capitale, il modello neoclassico diviene di fatto un modello AK. Il tasso di crescita del reddito per occupato previsto dal modello di Frankel è pari a $g - n$. Anche il modello di Solow nella versione più complessa riusciva a prevedere una crescita continua nel tempo, tuttavia a differenza del modello neoclassico, il tasso di crescita nel lunghissimo periodo in questo caso non è determinato da una variabile esogena ma viene spiegato a partire da dinamiche e meccanismi interni al sistema economico. Nel caso di specie, ciò che gioca un ruolo centrale è la presenza di esternalità positive del capitale che agiscono sul processo produttivo secondo l'approccio proposto da Arrow.

Una grande differenza che emerge tra i modelli AK e i modelli neoclassici è costituita dalle opposte previsioni sulla convergenza. Il modello AK parte da una funzione di produzione con rendimenti marginali del capitale costanti mentre il modello neoclassico prevede rendimenti marginali decrescenti. Il fatto che il capitale presenti rendimenti decrescenti costituisce il vero e proprio motore della convergenza tra le economie. Nel modello AK, quindi, non c'è spazio per opportunità di convergenza. Si considerino due paesi con le stesse caratteristiche strutturali ma con livelli di partenza di capitale e reddito diversi. Nel modello di Solow i rendimenti decrescenti del capitale permettono al paese più povero di beneficiare di tassi di crescita maggiori di quello ricco e, nel tempo, di raggiungerne le condizioni di benessere. In un modello AK questo non avverrebbe: i paesi più poveri non hanno modo di sperimentare tassi di crescita superiori a quelli ricchi poiché la loro ridotta dotazione di capitale non è più produttiva di quella dei paesi ricchi e il gap è destinato a non colmarsi.

Il modello AK quindi, sebbene sia in grado di endogenizzare la crescita di lungo periodo, non sarebbe in grado di spiegare eventuali processi di convergenza. Tuttavia, occorre sottolineare un punto a favore del modello AK. In particolare, Frankel attribuisce un ruolo decisivo alle esternalità del capitale e, in effetti, alcuni studi hanno riscontrato elasticità del capitale superiori al solo fattore di partecipazione del capitale al reddito. Mentre la quota di reddito destinata al capitale è circa pari ad $1/3$, studi di Romer illustrano un'elasticità compresa tra 0.7 e 1. Ciò giocherebbe a favore dell'ipotesi di esistenza di esternalità del capitale. Tuttavia, Mankiw et al. [1992] mostrano che tale elasticità può avere un'interpretazione ulteriore, compatibile con l'assetto dei modelli neoclassici. Essa può, infatti, essere spiegata mediante l'introduzione di un ulteriore fattore produttivo: il capitale umano. Il modello aumentato con l'inclusione di tale fattore permette di ripartire l'apparentemente eccessiva elasticità in due forme di capitale, fisico ed umano, preservando la validità empirica del modello neoclassico¹²⁸.

¹²⁸ Si rimanda al capitolo 3 per l'approfondimento del modello aumentato di Mankiw et al. [1992].

5.3 IL MODELLO DI ROMER

5.3.1 Tipologie di beni: rivalità ed escludibilità

Prima di presentare il modello di crescita endogena di Romer occorre introdurre una possibile classificazione dei beni. Si possono attribuire due caratteristiche fondamentali ai beni e distinguerli in base ad esse: la rivalità e l'escludibilità.

L'utilizzo di un bene puramente rivale da parte di un soggetto ne esclude, per vincoli tecnici o caratteristiche tecnologiche del bene stesso, l'utilizzo da parte di qualsiasi altro agente economico. Al contrario, nel caso di un bene puramente non rivale, l'uso da parte di un determinato soggetto non limita in alcun modo il suo potenziale utilizzo da parte di chiunque altro.

Un bene è, invece, escludibile se per motivi di natura tecnologica o legale è possibile per chi lo possiede limitare parzialmente o integralmente il suo utilizzo da parte di altri soggetti.

Ad esempio, i beni convenzionali sono caratterizzati dall'essere rivali e escludibili, al contrario dei beni pubblici che sono per definizione non rivali e non escludibili.

5.3.2 Il progresso tecnologico da Solow a Romer

Il progresso tecnologico assume il ruolo fondamentale nella crescita di lungo periodo. Nel modello di Solow la crescita è trainata proprio da esso. In quel caso il progresso tecnologico assume le caratteristiche di un classico bene pubblico, non rivale e non escludibile, che viene messo a disposizione esogenamente, in modo del tutto indipendente dai meccanismi produttivi. In conseguenza di ciò, non esiste compensazione per il miglioramento tecnologico e tutti gli agenti economici (le imprese in particolare) sono liberi di sfruttare l'intero stock di conoscenze tecnologiche a disposizione in un dato momento.

Il processo di *learning by doing* introdotto da Arrow consente l'accumulazione di conoscenze tecnologiche (che assumono la caratteristica di non rivalità) come conseguenza involontaria della produzione di beni convenzionali. In tal modo si prosegue nella caratterizzazione della conoscenza come bene pubblico, analogamente a quanto avviene nel modello di Solow. Tuttavia, tale bene non viene messo a disposizione esogenamente ma rappresenta un risultato del processo produttivo: esso è fornito privatamente attraverso meccanismi interni al sistema stesso (ad esempio le esternalità in Frankel), anche se solo come effetto collaterale. Così facendo il progresso diviene endogeno ma resta determinato involontariamente.

Il passo successivo viene compiuto, infine, da Romer, che rende volontaria l'accumulazione di conoscenza tecnologica e il conseguente progresso. Il modello di Romer si basa su tre punti cardine:

1. La crescita viene guidata dall'avanzamento tecnologico che consiste nel miglioramento delle conoscenze relative ai metodi e ai meccanismi con i quali vengono prodotti i beni finali.
2. Esistono nel mercato incentivi al miglioramento tecnologico. Non tutto, ma almeno gran parte del processo di crescita tecnologica è determinato da meccanismi di mercato: per assicurare ciò occorre definire la conoscenza tecnologica come un bene parzialmente escludibile. In tal modo si permette

agli individui che impiegano risorse nel processo innovativo di appropriarsi almeno di alcuni degli effetti economici positivi da esso determinati.

3. Una volta che il miglioramento tecnologico è stato introdotto, replicarne l'uso in contesti alternativi ha un costo trascurabile: dunque l'innovazione è caricata solo di un costo fisso e il progresso tecnologico presenta la caratteristica di non rivalità.

Contrariamente a quanto ipotizzato da Frankel, non è possibile considerare un contesto concorrenziale in cui le imprese subiscono i prezzi. Per far sì che valgano le premesse appena enunciate occorre partire da modelli di concorrenza monopolistica, in cui le singole imprese fronteggino curve di domanda inclinate e possano beneficiare di extra rendimenti, grazie al fatto che detengono un certo potere di mercato.

In conclusione, il progresso tecnologico nel modello di Romer risulta dallo sviluppo della conoscenza tecnologica, che si delinea come un bene non rivale ma parzialmente escludibile e che viene ricercata e sviluppata in virtù dell'esistenza di incentivi e benefici tipici dei contesti monopolistici.

5.3.3 Il modello di Romer e l'economia multisetoriale

In uno studio teorico del 1990 dal titolo “*Endogenous Technological Change*” Paul Romer intende fondare endogenamente la crescita economica di lungo periodo, e per farlo propone un modello che si basa sulle tre premesse esposte nel paragrafo precedente. L'economia del suo modello prevede la presenza di quattro input produttivi: capitale fisico (K), lavoro (L), capitale umano (H) e stock di conoscenza tecnologica (A). Il capitale fisico è misurato in unità di beni finali che non vengono destinati al consumo, il lavoro è costituito dal numero di persone impiegate nel processo produttivo e il capitale umano include una misura sia dell'istruzione che delle abilità apprese direttamente attraverso l'attività lavorativa. Il capitale umano può essere destinato, alternativamente, al processo produttivo (H_Y) o alla ricerca (H_A). La frazione di capitale umano dedicata alla ricerca (H_A) costituisce la componente rivale del bene conoscenza. La parte restante della conoscenza (A) costituisce una componente non rivale che può essere accumulata e crescere senza limiti¹²⁹.

L'economia del modello viene divisa in tre settori. Il primo settore si dedica alla ricerca e all'innovazione. Il secondo settore sfrutta le istruzioni innovative introdotte dal primo per produrre beni capitali durevoli che vengono utilizzati dal terzo settore per produrre beni finali.

In particolare, il primo settore si serve del fattore produttivo conoscenza, costituito dalla frazione di capitale umano dedicato alla ricerca (H_A) e dello stock di conoscenza accumulato nel tempo, ossia la componente non rivale della conoscenza (A), per produrne di nuova. Nel modello il progresso tecnologico e l'incremento di conoscenza sono rappresentati, per comodità, da un bene non rivale ma parzialmente

¹²⁹ Per comprendere meglio la differenza tra le due componenti della conoscenza si consideri il contributo che può essere fornito da un individuo. Tutte le conoscenze che questi avesse accumulato nel corso della sua vita possono essere direttamente sfruttate da esso nel processo di innovazione o di produzione ma resteranno disponibili solo finché è in vita, dopodiché andranno inevitabilmente perse (componente rivale). Tuttavia, se questo stesso individuo si fosse reso protagonista di una scoperta scientifica, ad esempio, tale scoperta resterà a disposizione di tutti coloro che si dedicano alla ricerca, per sempre (componente non rivale).

escludibile: l'introduzione di nuove idee progettuali. Lo stock di nuova conoscenza introdotto dal primo settore è:

$$[93] \Delta A = F(H_A, A) = \delta H_A A$$

Nella precedente δ rappresenta un coefficiente di produttività. Per ipotesi di convenienza la funzione che descrive l'incremento di A è lineare sia in A che in H_A ¹³⁰. Le nuove istruzioni progettuali hanno un valore produttivo e vengono destinate al secondo settore.

Il secondo settore utilizza le conoscenze introdotte dal settore della ricerca e la frazione di produzione finale non consumata per produrre una serie di beni durevoli (ossia, lo stock di capitale utilizzabile nei processi produttivi di beni finali). La frazione di produzione finale non consumata nel periodo t costituisce direttamente l'accumulazione di capitale in quel dato periodo, poiché si assume l'assenza di deprezzamento del capitale:

$$[94] \Delta K_t = Y_t - C_t$$

Ogni nuova istruzione progettuale permette di realizzare un diverso tipo di bene durevole (il bene i) e in particolare sono necessarie η unità di beni finali non consumate per produrre un'unità di bene durevole. Di conseguenza vale la seguente espressione per lo stock di capitale totale presente nell'economia:

$$[95] K = \eta \sum_{i=1}^{\infty} x_i$$

Nella precedente, il termine x_i indica le unità di ciascuna tipologia (i) di bene durevole prodotte dal secondo settore¹³¹.

Si assume che le imprese che si dedicano allo sviluppo di nuove idee progettuali non siano le stesse che provvedono alla loro realizzazione, di modo che le imprese del primo e del secondo settore restino strutturalmente separate. Ogni qualvolta un'impresa del primo settore introduce un'innovazione tecnologica essa la conferisce ad un'impresa del secondo settore al prezzo P_A , la quale può sfruttarlo per realizzare il bene capitale durevole connesso (i). Va sottolineato che, una volta che l'impresa del primo settore concede il brevetto ad un'impresa del secondo settore, quest'ultima ha la capacità di escludere ogni altra impresa dal suo utilizzo a scopi produttivi ma non può impedire al settore della ricerca di servirsene. In questo senso il bene conoscenza è solo parzialmente escludibile. Si ipotizza, inoltre, che ogni impresa del secondo settore produca un singolo tipo di bene durevole e pertanto riesca ad operare come monopolista per quel determinato bene, incontrando una domanda (che proviene dal terzo settore) inclinata. Infine, l'introduzione di nuove istruzioni progettuali non provoca mai l'obsolescenza dei beni durevoli già presenti nell'economia.

Il terzo ed ultimo settore è quello nel quale avviene la produzione di beni finali: i fattori produttivi sfruttati sono il lavoro (L), la frazione di capitale umano dedicata alla produzione di beni finali (H_Y) e

¹³⁰ Ciò significa che l'incremento dello stock di conoscenza è linearmente proporzionale a ciascuna delle due variabili che lo determinano (H_A , A) per un dato livello fisso dell'altra variabile.

¹³¹ Dal momento che è presente una componente non rivale della conoscenza, come anticipato, non vi sono limiti alla sua crescita. Di conseguenza possono essere sempre introdotti nuove istruzioni progettuali: per questo motivo la varietà di beni durevoli associati ad essi varia potenzialmente da uno ad infinito e, in ogni periodo, si collocherà in una precisa quantità all'interno di questo intervallo, a seconda del livello di conoscenza (A_t) raggiunto in quel periodo.

l'insieme dei beni durevoli prodotti dal settore intermedio ($\sum x_i$). L'output prodotto dal terzo settore, che verrà in parte consumato e in parte risparmiato, è pari a¹³²:

$$[96] Y(H_Y, L, x) = H_Y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^{\infty} x_i^{(1-\alpha-\beta)}$$

Inoltre Romer propone il più comodo passaggio dal discreto al continuo dell'indice i : la sommatoria della [96] muta nell'integrale della seguente:

$$[97] Y(H_Y, L, x) = H_Y^\alpha L^\beta \int_{i=1}^{\infty} x_i^{(1-\alpha-\beta)} di$$

I fattori produttivi capitale umano (H , inteso come somma di H_Y e H_A) e lavoro (L) sono presenti in quote fisse, ossia non crescono nel tempo, per agevolare la dinamica del modello. Ciò che non viene specificato a priori è in quale proporzione il capitale umano si dedichi al primo o al terzo settore. Inoltre la precedente evidenza che il prodotto totale è definitivamente influenzato dalla varietà di beni capitali durevoli prodotti dal secondo settore (grazie alle istruzioni progettuali provenienti dal primo settore).

5.3.4 La crescita bilanciata di lungo periodo nel modello di Romer

Romer prende specificamente in considerazione la fase bilanciata della crescita, ossia quella nella quale tutte le variabili che crescono lo fanno allo stesso tasso (per riferirsi ad una situazione parallela si pensi alla fase di crescita post stato stazionario nel modello di Solow). Una crescita bilanciata nel modello di Romer è possibile solo se la distribuzione del capitale umano tra il settore della ricerca (H_A) e della produzione (H_Y) resta fissa nel tempo. Questo si verifica quando la remunerazione dei due settori non incentiva il trasferimento del capitale umano tra un settore e l'altro¹³³.

Il motore della crescita endogena è il settore della ricerca, grazie al quale vengono continuamente introdotti nuovi brevetti che stimolano la produzione di beni durevoli da parte del secondo settore e mettono a disposizione del terzo settore uno stock di capitale sempre maggiore, con un conseguente aumento sistematico e persistente del reddito finale. In particolare, il sistema economico in questo caso gode di una crescita endogena in quanto la produttività del primo settore si autoalimenta, grazie al fatto che la quota di capitale umano destinata alla ricerca non subisce diminuzioni e tutta la nuova conoscenza introdotta entra immediatamente a far parte dello stock di conoscenza disponibile e si rende disponibile come fattore produttivo per il settore della ricerca. La crescita dello stock di conoscenza è pari a¹³⁴:

$$[98] \Delta A / A = \delta H_A = g$$

In fase di crescita bilanciata lo stock di capitale fisico (o la produzione di beni durevoli destinati al terzo settore) e il reddito sperimentano un tasso di crescita g che corrisponde al tasso di crescita dello stock di conoscenza:

¹³² La [96] è una funzione omogenea di grado uno (ossia a rendimenti di scala costanti) come le Cobb – Douglas. Tuttavia, occorre sottolineare una differenza fondamentale tra questa funzione di produzione e quelle finora incontrate. Nelle precedenti tutti i beni capitali durevoli erano perfetti sostituti e venivano compattamente riuniti nel fattore produttivo capitale fisico K . Ora i beni durevoli compaiono come addendi separati nella funzione di produzione e determinano effetti specifici sull'output finale.

¹³³ Si rinvia all'appendice per la derivazione analitica della condizione necessaria per la crescita bilanciata.

¹³⁴ Per ottenere la [98] si consideri la [93], che indica l'incremento assoluto dello stock di conoscenza determinato dall'attività di ricerca del primo settore: $\Delta A = F(H_A, A) = \delta H_A A$. Il tasso di crescita dello stock di conoscenza alla [99] è definito come $\Delta A / A$ e, quindi, viene ottenuto dalla [93] dividendo entrambi i lati per A .

$$[99] \Delta K / K = \Delta Y / Y = \Delta A / A = \delta H_A = g$$

Si noti che, per definizione, la frazione di capitale umano destinata alla ricerca non può essere negativa o, alternativamente, che la frazione di capitale umano dedicata al terzo settore non può certamente superare lo stock totale di capitale umano: in conseguenza di ciò il tasso di crescita di A non può essere negativo.

In appendice viene derivata l'espressione quantitativa della quota di capitale umano che viene destinata al settore della ricerca in un contesto di crescita bilanciata (quando non vi sono incentivi a trasferire parte del capitale umano da un settore all'altro). Sfruttandola si ottiene un'ulteriore specificazione del tasso di crescita:

$$[100] g = \delta H - \Lambda r$$

Nella precedente Λ è una costante che esprime in forma compatta l'espressione: $\alpha / [(1 - \alpha - \beta)(\alpha + \beta)]$.

Si consideri, infine, che anche il tasso di crescita del consumo è pari a g . In effetti, il prodotto può essere solo consumato o risparmiato (investito): come anticipato dalla [94] Y si divide tra K e C . Se K e Y crescono allo stesso tasso, il rapporto K/Y resta costante nel tempo. Ma allora varrà altrettanto per il rapporto C/Y . Dato che Y cresce al tasso g , per mantenere tale rapporto costante, anche C dovrà necessariamente crescere allo stesso tasso. La massimizzazione dell'utilità intertemporale del consumatore permette di fornire un'espressione per il tasso di crescita del consumo, come derivato in appendice, che equivale alla seguente:

$$[101] \Delta C / C = (r - \rho) / \sigma$$

Nella precedente ρ è il saggio di preferenza intertemporale e σ è il saggio marginale di sostituzione intertemporale¹³⁵.

Allora, può essere imposta l'uguaglianza tra l'espressione precedente e il tasso g , che porta ad esprimere il tasso di crescita anche come segue¹³⁶:

$$[102] \Delta C / C = g = (\delta H - \Lambda \rho) / (\sigma \Lambda + 1)$$

5.3.5 L'interpretazione e i temi del modello di Romer

Il modello di Romer fornisce previsioni quantitative precise per il tasso di crescita di lungo periodo. In particolare dalla [100] si evince una relazione negativa tra il tasso di crescita del prodotto e il tasso di interesse. Si noti che la [101] esprime una relazione positiva tra il tasso di interesse e il consumo: in concomitanza di un aumento del tasso di interesse i consumatori massimizzerebbero la propria utilità mediante un incremento del consumo. Ciò provocherebbe la diminuzione della frazione di reddito destinata

¹³⁵ Rimandando all'appendice per la derivazione della [101] si specifica il significato economico di ρ e σ . Il tasso di preferenza intertemporale è un parametro che esprime le preferenze relative del consumatore in merito all'opportunità di consumare immediatamente o di rinviare il consumo al futuro. Secondo la teoria tradizionale del consumatore, i consumatori sono caratterizzati da una certa impazienza che li porta ad attribuire al consumo immediato un'utilità superiore a quella attribuita al consumo futuro. Il saggio marginale di sostituzione intertemporale indica il numero di beni immediatamente consumabili ai quali un consumatore sarebbe disposto a rinunciare in luce della possibilità di ottenere un'unità aggiuntiva di consumo futuro, senza subire modificazioni della sua soddisfazione.

¹³⁶ La condizione di massimizzazione dell'utilità intertemporale implica un tasso di crescita del consumo pari alla [101]: $\Delta C / C = (r - \rho) / \sigma$. Poiché il tasso di crescita del consumo è equivalente, nel modello esposto, al tasso di crescita di K , Y e A vale: $\Delta C / C = g = (r - \rho) / \sigma$. Estruendo r dalla precedente si ottiene: $r = \sigma g + \rho$. Ora, poiché g è definito dalla [100], deve valere anche l'equazione $g = \delta H - \Lambda r$. E quindi è ora possibile incrociare le due condizioni alla [100] e alla [101] sostituendo nella [100] l'espressione di r trovata in precedenza per ottenere: $g = \delta H - \Lambda(\sigma g + \rho)$. Dalla precedente si isola g per ottenere la [102].

al secondo settore e frenerebbe così la crescita. È possibile anche un'ulteriore interpretazione. Essendo il rendimento del capitale umano dedicato alla ricerca il valore attuale di flussi di reddito futuri derivanti dalla ricerca stessa, tale valore attuale è inevitabilmente basso quando il tasso di interesse considerato per l'attualizzazione è alto. Ciò scoraggia l'allocazione di capitale umano verso il settore della ricerca e deprime il tasso di crescita g dello stock di conoscenza A , ossia il tasso di crescita dell'economia.

La [102] ripropone la considerazione appena fatta ma a partire dalle variabili di preferenza, tipiche dell'ottimizzazione intertemporale del consumo. Il tasso di crescita si mostra inversamente legato ai parametri ρ e σ : esso è alto quando questi sono relativamente bassi. La diminuzione di ρ è interpretabile come un calo dell'impazienza nel consumare, mentre la diminuzione di σ comporta un incremento del saggio marginale di sostituzione intertemporale: più ρ e σ sono bassi, più è alta la preferenza assegnata alle variabili con realizzazione differita. Si è, cioè, maggiormente disposti a rinviare i consumi al futuro e ad attendere i benefici della ricerca. Banalmente ciò sarebbe interpretabile anche come un calo del tasso di interesse, il quale ha effetti positivi sul tasso di crescita.

Va inoltre sottolineato come la dimensione della forza lavoro non entri in alcun modo nella determinazione del tasso di crescita previsto. Così come non emerge un ruolo per il parametro η . Eppure, se aumenta il numero di lavoratori la domanda di beni durevoli per le imprese del secondo settore aumenta e se diminuisce il numero di beni finali necessario per produrre un'unità di bene durevole la produzione di questi ultimi diviene relativamente più economica. In entrambi i casi si assiste ad un aumento dei flussi di profitto attualizzati. Tuttavia, ciò che in definitiva alimenta il processo di crescita in questo modello è la frazione di capitale umano dedicata alla ricerca e né il fattore lavoro né il parametro η hanno effetti su di essa. Infatti, l'effetto generato da aumenti di L o da riduzioni di η è solo un equiproportionale aumento di produttività del capitale umano impiegato nella ricerca e di quello impiegato nella produzione di beni finali: dunque non si determinano variazioni relative delle rispettive retribuzioni e non si assiste ad alcuna riallocazione del capitale umano tra i due settori. Ecco perché L e η si rivelano ininfluenti sulla crescita dell'output finale.

Quest'ultima considerazione e la [100], in particolare, portano a concludere che ciò che rileva ai fini della crescita non è tanto la dimensione della popolazione (e la conseguente disponibilità di un mercato domestico particolarmente ampio), bensì lo stock di capitale umano esistente. Romer sottolinea i vantaggi che deriverebbero dall'apertura delle economie. Si prendano ad esempio due economie identiche. Partendo dalla [99] entrambe le economie sarebbero caratterizzate dallo stesso tasso di crescita g , con H_Y pari allo stock di capitale umano dedicato alla ricerca esistente in ciascun paese. Nel caso in cui le due economie si aprissero al commercio internazionale, lo stock di capitale umano a disposizione della ricerca raddoppierebbe, passando a $2H_Y$ ¹³⁷, con un conseguente incremento dei tassi di crescita sperimentati dai due paesi. Il modello di Romer suggerisce l'integrazione economica tra paesi come volano per lo sviluppo, non tanto per l'aumento della dimensione del mercato e del numero di persone coinvolte, quanto per le possibilità di integrazione del capitale umano. Ecco perché sarebbe consigliabile per i paesi sottosviluppati o in via di

¹³⁷ Questo avviene perché immediatamente il settore della ricerca beneficerebbe di tutto lo stock di conoscenza presente anche nell'altra economia.

sviluppo integrarsi con quei paesi maggiormente sviluppati che dispongano di un notevole capitale umano. L'autore sottolinea che l'evidenza empirica mostra una certa correlazione tra il grado di apertura delle economie nazionali e la crescita ma non altrettanto tra la crescita e la dimensione della popolazione, lasciando spazio per la conclusione proposta dal suo modello che lega la crescita allo stock di capitale umano più che alle dimensioni demografiche.

In sostanza, anche nel modello di Romer la crescita nel lunghissimo periodo è determinata da un progresso tecnologico, come proposto da Solow. Tuttavia, il merito di Romer è quello di aver proposto un modello nel quale il progresso tecnologico derivi da meccanismi interni al processo produttivo. Il modello affida il progresso tecnologico all'incessante produzione di nuova conoscenza realizzata dal settore della ricerca: il capitale umano e la conoscenza assumono il ruolo di guida del processo di crescita economica.

5.3.6 Il progresso di Romer e la distruzione creatrice di Schumpeter

Per concludere l'analisi del modello di Romer è utile puntualizzare una critica che viene mossa allo stesso, relativamente al tema dell'uscita delle imprese dal mercato e alle sue conseguenze. A dir la verità, nel modello ipotizzato da Romer non viene esplicitamente prevista la possibilità che le imprese escano dal mercato. Infatti, le imprese del secondo settore non subiscono effetti negativi dall'introduzione di nuove tecnologie provenienti dal primo settore poiché le innovazioni non rendono mai obsoleti i beni già esistenti. Comunque, un'eventuale uscita dal mercato delle imprese del secondo settore, per qualsivoglia motivo, ridurrebbe l'offerta di beni durevoli che possono essere impiegati nel processo produttivo finale, contraendo l'output¹³⁸.

Contrariamente a quanto previsto dal modello di Romer, vi sono altre correnti di pensiero secondo cui il progresso tecnologico procede attraverso un processo di distruzione creatrice, come proposto da Joseph Schumpeter. In base a tale interpretazione l'innovazione tecnologica è guidata da imprese che intendono conquistare un certo potere di mercato grazie all'introduzione di nuove tecnologie e che utilizzano le proprie innovazioni per eliminare la concorrenza. Ciò cui si assiste è l'inevitabile uscita dal mercato delle imprese meno produttive, conseguenza dell'affermazione di imprese tecnologicamente più avanzate ed efficienti. In tale frangente l'uscita dal mercato delle imprese non costituisce un fattore negativo ma diviene solo la naturale conseguenza di un processo di selezione naturale che premia l'efficienza e l'innovazione. Vi sarebbero, inoltre, evidenze empiriche a favore del fatto che l'esito di questi processi di uscita o di turnover delle imprese consista in un aumento di produttività, una dinamica che non viene colta dal modello di Romer e che, invece, costituisce il perno su cui si basa l'ipotesi di Schumpeter.

¹³⁸ Si riprendano, a tal proposito, la [96] o la [97] e si verifichi la riduzione di output aggregato nel caso in cui si assista ad una diminuzione delle imprese presenti nel secondo settore, che si riflette in una riduzione della varietà di beni durevoli prodotti, ossia in una diminuzione dell'indice i .

APPENDICE AL CAPITOLO 5

A5.1 Funzione di produzione A

La funzione di produzione AK è la funzione utilizzata dagli omonimi modelli di crescita endogena. La principale differenza tra questa funzione di produzione e le funzioni di produzioni coerenti con le ipotesi neoclassiche è data dalla presenza di rendimenti marginali del capitale costanti anziché decrescenti: di conseguenza, mentre la Cobb – Douglas è concava, la funzione AK è lineare. In particolare, ciò consente di mantenere una produttività dell'unità aggiuntiva di capitale costante, qualsiasi sia il quantitativo di capitale di partenza cui va ad aggiungersi: tale valore costante è pari al parametro di produttività A.

Dal punto di vista formale, considerando per ipotesi l'utilizzo del fattore lavoro in quantità unitaria le due funzioni differiscono per la presenza dell'esponente α (per ipotesi minore di uno) nella funzione Cobb – Douglas. Il significato del parametro tecnologico è lo stesso in entrambe le forme funzionali. Indipendentemente dal valore assunto da A, per quantità di K superiori ad uno l'output garantito dalla funzione AK è maggiore di quello prodotto dalla funzione Cobb – Douglas. Infatti:

$$[Y_{(AK)} = AK] > [Y_{(Cobb - Douglas)} = AK^\alpha] \iff AK > AK^\alpha; K^{(1-\alpha)} > 1; K > 1^{[1/(1-\alpha)]}; K > 1$$

Sotto si confrontano l'output prodotto dalle due funzioni e le rispettive produttività marginali del capitale.

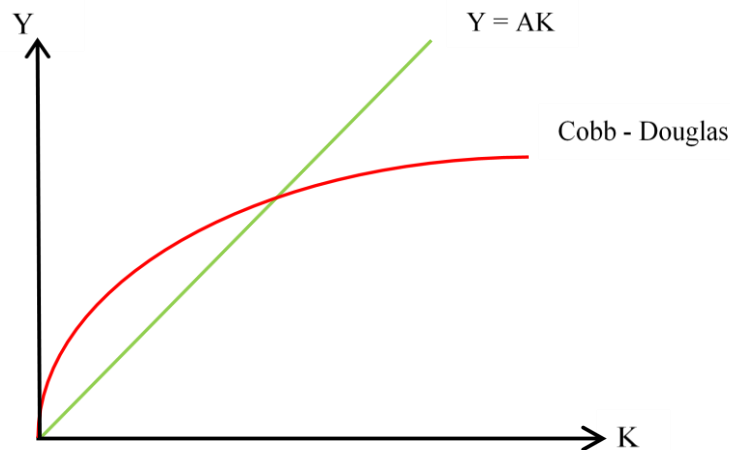


Figura 11: funzione di produzione coerente con i modelli AK e funzione di produzione coerente con i modelli neoclassici (Cobb – Douglas).

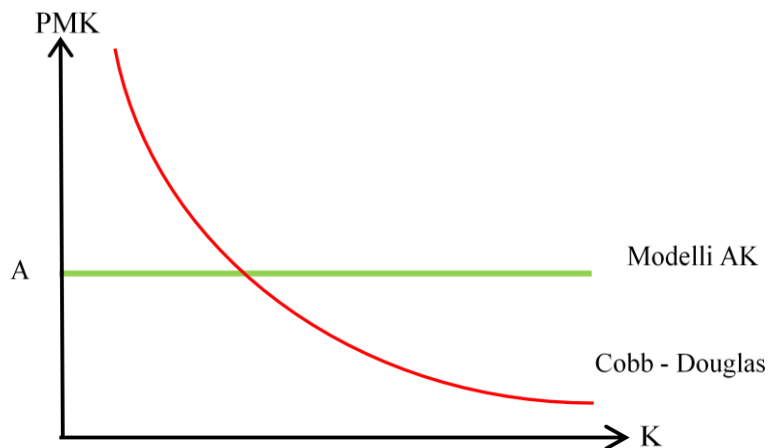


Figura 12: produttività marginale del capitale nei modelli AK e nella funzione di produzione Cobb – Douglas. La produttività marginale del capitale nelle funzioni di produzione AK è costantemente pari al parametro di produttività A.

A5.2 Il modello di Romer: le dinamiche economiche nei settori

La dinamica economica nel modello di Romer si svolge come segue. Il primo settore riceve un ricavo unitario per le innovazioni introdotte pari a P_A , che è il prezzo pagato dalla singola impresa del secondo settore per accedere al brevetto di nuova introduzione. L'intero reddito generato dal primo settore viene destinato alla remunerazione del capitale umano (w_H) che vi è impiegato ed ammonta, quindi, a:

$$[A1] w_H A = P_A \delta A$$

Il terzo settore prende come dati i prezzi dei beni durevoli prodotti dal secondo settore al prezzo $p(i)$, per ogni rispettivo bene i . L'impresa caratteristica del terzo settore (che opera in concorrenza¹³⁹) massimizza il profitto mediante la scelta della quantità ottima di beni durevoli di ciascuna tipologia, da noleggiare ai prezzi imposti. La domanda che ne deriva, per ogni varietà di bene durevole, è la seguente¹⁴⁰:

$$[A2] D_i: p(i) = (1 - \alpha - \beta) H_Y^\alpha L^\beta x_i^{-(\alpha + \beta)}$$

Tale scheda di domanda viene sfruttata dalle imprese del secondo settore (che prendono come dati anche il prezzo dell'unità di capitale e il tasso di interesse¹⁴¹) per ciascun rispettivo bene durevole, per scegliere la combinazione prezzo (p^*) – quantità (q^*) che permette di massimizzare il profitto¹⁴². Il profitto totalizzato dall'impresa del secondo settore è:

$$[A3] \pi = (\alpha + \beta) p^* x^*$$

L'impresa del secondo settore decide se produrre il bene confrontando i profitti attualizzati al dato tasso r e il costo da sostenere per ottenere il brevetto dall'impresa del primo settore (P_A). Poiché il mercato dei brevetti è concorrenziale, il loro prezzo salirà sino ad eguagliare il flusso attualizzato dei proventi netti futuri attesi, ossia:

$$[A4] \pi / r = P_A$$

Infine, l'allocazione della produzione del terzo settore tra consumo e risparmio è determinata dall'ottimizzazione intertemporale dell'insieme dei consumatori. Definendo con ρ il tasso di preferenza

¹³⁹ Operando in concorrenza, le imprese del terzo settore sono tutte uguali e *price – taker*. Di conseguenza le decisioni delle singole imprese sono comuni ed ognuna risulta perfettamente rappresentativa dell'intero settore.

¹⁴⁰ L'impresa rappresentativa del terzo settore prende come dati H_Y e L e il listino dei prezzi dei vari beni durevoli. L'impresa intende chiaramente massimizzare il proprio profitto e per farlo può manovrare soltanto la quantità di beni durevoli acquistati (che determinerà univocamente l'output prodotto). Dal momento che il profitto è dato dalla differenza tra ricavo ottenibile (ossia, in termini reali, l'output della funzione di produzione) e costi (che sono dati dal prezzo per la quantità delle varie tipologie di beni durevoli acquistati), essa massimizzerà tale differenza:
 $\max \pi = \int_{i=1}^{\infty} [H_Y^\alpha L^\beta x_i^{(1-\alpha-\beta)} - p(i)x(i)] di$. La differenziazione dell'espressione all'interno dell'integrale porta alla determinazione della funzione di domanda inversa alla [A2].

¹⁴¹ In particolare, poiché i beni finali e il capitale sono scambiabili in rapporto di uno ad uno, in termini reali il prezzo unitario del capitale è pari ad uno. Il tasso di interesse è pari ad r .

¹⁴² Il profitto dell'impresa del secondo settore che produce il bene durevole i è dato dalla differenza tra il ricavo ottenibile (ossia il prodotto tra il prezzo del bene i e la quantità prodotta x) e il costo variabile associato alla produzione (ossia il tasso di interesse moltiplicato per le unità di beni durevoli prodotti e per le unità di output non consumato che sono necessarie alla produzione della singola unità di bene durevole): $\pi = p(x)x - r\eta x$. Poiché il prezzo in funzione della quantità non è altro che la domanda di beni durevoli proveniente dal terzo settore, si sostituisca a $p(x)$ la domanda alla [A2]. Allora l'impresa massimizzerà la seguente funzione: $\max \pi = (1 - \alpha - \beta) H_Y^\alpha L^\beta x^{(1-\alpha-\beta)} - r\eta x$. I costi sostenuti per l'investimento iniziale (necessari per l'acquisizione del diritto di utilizzazione del brevetto, ossia P_A) vengono trascurati perché non dipendono dalla quantità prodotta e dunque non condizionano la massimizzazione del profitto. Questi costi rientrano nella decisione iniziale sulla convenienza ad intraprendere o meno la produzione (si veda la [A4]). Poiché i costi marginali sono costanti e l'elasticità della domanda è essa stessa costante, il prezzo di monopolio è dato da un semplice mark – up sul costo marginale ($r\eta$) determinato dall'elasticità della domanda $(1 - \alpha - \beta)$, come segue:

$$p^* = r\eta / (1 - \alpha - \beta)$$

intertemporale e con σ il saggio marginale di sostituzione intertemporale, la massimizzazione dell'utilità intertemporale consiste nella massimizzazione della seguente espressione:

$$[A5] \int_0^{\infty} U(C)e^{-\rho t} dt$$

$$[\text{con } U(C) = (C^{1-\sigma} - 1)/(1 - \sigma)]$$

La soluzione ottima che ne deriva, per un consumatore che prende come dato il tasso di interesse r , implica:

$$[A6] \Delta C/C = (r - \rho)/\sigma$$

A5.3 Il modello di Romer: la derivazione del tasso di crescita nella fase di crescita bilanciata

Per un dato livello dello stock di conoscenza A è presente nel sistema produttivo una certa gamma di diversi beni durevoli, più o meno ampia a seconda del livello raggiunto da A . Ogni impresa del secondo settore produce la rispettiva tipologia di bene durevole ma la quantità prodotta di ogni bene è la stessa per tutte le imprese e pari ad x^* ¹⁴³. In sostanza ogni varietà di bene durevole è presente nella stessa quantità e in seguito ad eventuali aumenti di A si verifica un ampliamento della gamma di beni durevoli ma non della quantità prodotta di ogni singolo bene¹⁴⁴. Da questa considerazione si ottiene la seguente espressione¹⁴⁵:

$$[A7] K = \eta x^* A$$

La funzione di produzione alla [97] diviene, quindi¹⁴⁶:

$$[A8] Y = (H_Y A)^\alpha (L A)^\beta (K)^{(1-\alpha-\beta)} \eta^{(\alpha+\beta-1)}$$

La [A8] è una funzione di produzione del tutto assimilabile a quella del modello neoclassico (è, tra l'altro, esplicitato il fatto che il capitale presenta rendimenti marginali decrescenti). Considerando la fissità di H_Y e di L e il fatto che η , per ipotesi, non varia, si può giungere a conclusioni analoghe a quelle del modello di Solow. Infatti, se si considera un certo livello fisso di A non vi è modo di ipotizzare altre possibili fonti di crescita di K , dal momento che sia η che x^* sono in quantità date. L'economia si muove verso uno stato stazionario in cui il livello di K è determinato dalla condizione di uguaglianza tra il suo prodotto marginale e il tasso di interesse.

¹⁴³ Se così non fosse risulterebbe conveniente movimentare parte dello stock di capitale utilizzato dalle imprese che producono quantità maggiori di beni durevoli verso le imprese che ne producono in quantità relativamente inferiori fino al raggiungimento di un perfetto equilibrio, nel quale tutte le imprese del secondo settore producono i rispettivi beni esattamente nella stessa quantità x^* .

¹⁴⁴ L'aumento di A è determinato dall'introduzione di nuove formule progettuali da parte del settore della ricerca che si associano alla possibilità di produrre una nuova tipologia di bene capitale durevole. Si assume inoltre che la produzione di nuovi beni durevoli non renda obsoleti quelli già presenti sul mercato. In tal modo l'aumento dello stock di conoscenza determina l'introduzione di nuovi beni durevoli senza provocare mai la sostituzione di quelli già esistenti con quelli appena introdotti, bensì assommando le nuove produzioni a quelle già presenti.

¹⁴⁵ La quantità di capitale esistente, che viene misurata in termini di beni finali non consumati, è data dal prodotto tra le unità di beni necessarie per la produzione di un'unità di beni durevoli e la quantità di beni durevoli di ogni specifica tipologia, moltiplicata, infine, per lo stock di conoscenza A che determina l'ampiezza della gamma di beni durevoli prodotti (ossia il numero di diverse tipologie di beni durevoli presenti sul mercato).

¹⁴⁶ Dalla funzione di produzione espressa alla [97]: $Y = H_Y^\alpha L^\beta \int_{i=1}^I x_i^{(1-\alpha-\beta)} di$, si deriva la seguente, per un dato livello fisso di A e considerando la produzione di ogni singola impresa del secondo settore pari a x^* : $Y = H_Y^\alpha L^\beta A x_i^{*(1-\alpha-\beta)}$. Ora, si sfrutti la [A7] per ricavare la seguente espressione di x^* : $x^* = K/\eta A$. Sostituendo quest'ultima ad x^* nella funzione di produzione precedentemente ricavata si ottiene: $Y = H_Y^\alpha L^\beta A (K/\eta A)^{(1-\alpha-\beta)}$, che corrisponde, riaggregando per gli esponenti comuni, alla [A8].

Se, invece, A crescesse esogenamente ad un certo tasso si otterrebbe una crescita contestuale di K allo stesso tasso¹⁴⁷:

$$[A9] \Delta K / K = \Delta A / A$$

In conseguenza della crescita di K e di A anche il prodotto crescerebbe e lo farebbe esattamente allo stesso tasso di K e A¹⁴⁸:

$$[A10] \Delta Y / Y = \Delta K / K = \Delta A / A$$

Sotto le ipotesi assunte di fissità dei fattori e del parametro η si giunge a un modello analogo a quello di Solow con conclusioni altrettanto simili. Nel lungo periodo si determina un equilibrio di crescita bilanciata al tasso g , ossia in cui il capitale fisico e il reddito sono trainati dal progresso tecnologico e crescono al suo stesso tasso, esogenamente determinato.

Come suggerito dal modello di Solow, un equilibrio di crescita bilanciata si verifica se A cresce ad un certo tasso esponenziale. Tuttavia, l'obiettivo dichiarato del modello di Romer è quello di fondare la crescita di lungo periodo su un meccanismo endogeno. La crescita di A, però, non deve allora essere determinata esogenamente ma spiegata dalle dinamiche economiche del modello.

L'economia multisettoriale proposta dal modello di Romer consente di raggiungere questo obiettivo. A partire dalla [93] si evidenzia la possibilità della crescita endogena di A. Inoltre, sarà possibile ipotizzare che A cresca ad un tasso costante a condizione che rimanga costante la frazione di capitale umano destinata alla ricerca (H_A). D'altra parte, essendo fisso lo stock totale di capitale umano, le proporzioni in cui esso verrà destinato alla ricerca e alla produzione di beni finali dipenderanno unicamente dalle rispettive remunerazioni. La remunerazione del capitale umano dipende dalla sua produttività. Nell'equilibrio di crescita bilanciata, con K e A che crescono allo stesso tasso, la produttività del capitale umano dedicato alla produzione di beni finali crescerà del medesimo tasso (si veda la [A8]) ma allo stesso tempo anche la produttività del capitale umano dedicato alla ricerca farà altrettanto (si veda la [93]). Le remunerazioni del capitale umano, quindi, godranno degli stessi effetti sia nel primo che nel terzo settore in seguito alla crescita bilanciata: allora le frazioni H_Y e H_A resteranno costanti.

È ora possibile derivare analiticamente il valore quantitativo del tasso di crescita previsto dal modello di Romer. Il profitto attualizzato realizzabile dalle imprese del secondo settore è pari al prezzo dei prodotti del primo settore (si veda la condizione alla [A4])¹⁴⁹:

¹⁴⁷ Dalla [A7] si ha: $K = \eta x^* A$. Isolando A si ottiene: $A = K / \eta x^*$. Una variazione percentuale di A pari a $\Delta A / A$ provoca un'equivalente variazione percentuale di K (poiché η e x^* per ipotesi non variano): $\Delta A / A = \Delta(K / \eta x^*) / (K / \eta x^*) = (1 / \eta x^*) \Delta K / (K / \eta x^*) = \Delta K / K$.

¹⁴⁸ Sfruttando l'espressione della funzione di produzione alla [A8] si ha che $\Delta Y / Y$ è pari a:
 $\Delta[(H_Y A)^\alpha (L A)^\beta (K)^{(1-\alpha-\beta)} \eta^{(\alpha+\beta-1)}] / (H_Y A)^\alpha (L A)^\beta (K)^{(1-\alpha-\beta)} \eta^{(\alpha+\beta-1)}$. Poiché H_Y , L , η non variano, la precedente è semplificabile come segue: $\Delta Y / Y = H_Y^\alpha L^\beta \eta^{(\alpha+\beta-1)} \Delta[A^\alpha A^\beta K^{(1-\alpha-\beta)}] / H_Y^\alpha L^\beta \eta^{(\alpha+\beta-1)} [A^\alpha A^\beta K^{(1-\alpha-\beta)}]$. Semplificando numeratore e denominatore per il fattore comune $H_Y^\alpha L^\beta \eta^{(\alpha+\beta-1)}$ e raccogliendo A e K sotto l'esponente $\alpha + \beta$ si ottiene:
 $\Delta Y / Y = \Delta[(A/K)^{(\alpha+\beta)} K] / (A/K)^{(\alpha+\beta)} K$. Infine, poiché A e K variano nella stessa misura si può riscrivere:
 $(A/K)^{(\alpha+\beta)} \Delta K / (A/K)^{(\alpha+\beta)} K$ e semplificando per il fattore $(A/K)^{(\alpha+\beta)}$ si ottiene: $\Delta Y / Y = \Delta K / K$. Ossia, la [A10].

¹⁴⁹ Dalla [A4] si ha che il valore attualizzato dei flussi futuri di profitto deve essere pari al prezzo P_A per l'ottenimento dei brevetti: $\pi / r = P_A$. La [A3] offre un'espressione per il flusso dei profitti dell'impresa: $\pi = (\alpha + \beta) p^* x^*$. La precedente può essere ulteriormente specificata inserendo l'espressione della domanda in luogo del prezzo p^* ,

$$[A11] P_A = [(\alpha + \beta)/r](1 - \alpha - \beta)H_Y^\alpha L^\beta X^{*(1-\alpha-\beta)}$$

La remunerazione del capitale umano nel terzo settore è pari alla sua produttività marginale e nel primo settore coincide con l'intero reddito che viene generato in esso. Poiché la frazione di capitale umano occupata nei due settori resta costante solo se le remunerazioni risultano pari (ossia se non vi è incentivo a trasferirsi nell'altro settore), si ottiene la condizione secondo cui la remunerazione del capitale umano deve essere, indistintamente, pari ad un certo W_H per entrambi i settori:

$$[A12] w_H = P_A \delta A = \alpha H_Y^{(\alpha-1)} L^\beta A X^{*(1-\alpha-\beta)}$$

Sfruttando l'espressione di P_A illustrata alla [A11] si può derivare la frazione di capitale umano destinata al terzo settore¹⁵⁰:

$$[A13] H_Y = \alpha r / [\delta(1 - \alpha - \beta)(\alpha + \beta)]$$

Ora che il capitale umano destinato al terzo settore ha un valore preciso, quello destinato alla ricerca è ricavabile per differenza dal capitale umano totale e si individua un preciso livello di H_A . Dunque, il tasso di crescita di A è ottenibile sfruttando la [93]¹⁵¹:

$$[A14] \Delta A / A = \delta H_A$$

La precedente esprime un valore puntuale del tasso di crescita dello stock di conoscenza A , che resta determinato dal prodotto del parametro di produttività δ del settore della ricerca e dalla frazione di capitale umano che viene destinato alla ricerca. È proprio questo il tasso di crescita che caratterizza la performance dell'intero sistema economico: la crescita del prodotto aggregato è trainata, infatti, dall'incremento dello stock di conoscenza. In effetti, ciò è dimostrabile semplicemente osservando la funzione di produzione del terzo settore che resta determinata ponendo la produzione della singola impresa del secondo settore pari a x^* e considerando che l'ampiezza dello stock di beni durevoli prodotti dipende dal livello raggiunto da A :

$$[A15] Y = H_Y^\alpha L^\beta \int_{i=1}^{\infty} x_i^{(1-\alpha-\beta)} di = H_Y^\alpha L^\beta A X^{*(1-\alpha-\beta)}$$

Nella precedente l'unica variabile caratterizzata da una crescita è proprio A : di conseguenza il prodotto crescerà al suo stesso tasso¹⁵².

$$[A16] \Delta Y / Y = \Delta A / A = \delta H_A$$

ottenendo: $\pi = (\alpha + \beta)(1 - \alpha - \beta)H_Y^\alpha L^\beta X_i^{*(1-\alpha-\beta)}$. Si ricava, infine, l'espressione di P_A alla [A11] sostituendo a π la sua formulazione appena trovata.

¹⁵⁰ Sostituendo l'espressione di P_A ricavata alla [A11] nell'equazione [A12] si ottiene:

$[(\alpha + \beta)/r](1 - \alpha - \beta)H_Y^\alpha L^\beta X^{*(1-\alpha-\beta)}\delta A = \alpha H_Y^{(\alpha-1)} L^\beta A X^{*(1-\alpha-\beta)}$. Semplificando l'espressione precedente si ottiene:

$[(\alpha + \beta)/r](1 - \alpha - \beta)H_Y^\alpha \delta = \alpha H_Y^{(\alpha-1)} A$. Raccogliendo a fattor comune per H_Y^α si ha: $H_Y^\alpha [(1 - \alpha - \beta)(\alpha + \beta)/r - \alpha/H_Y] = 0$. A questo punto, è possibile dividere entrambi i lati per H_Y^α , eliminando tale fattore dall'espressione e, isolando H_Y si ottiene in definitiva la [A13].

¹⁵¹ La [93] esprime la seguente relazione: $\Delta A = \delta H_A A$. Dividendo ambo i lati per A si ottiene l'espressione del tasso di crescita di A di cui alla [A14].

¹⁵² Il tasso di crescita del prodotto è definito come $\Delta Y / Y$. Utilizzando l'espressione del prodotto alla [A15] si ottiene: $\Delta Y / Y = \Delta[H_Y^\alpha L^\beta A X^{*(1-\alpha-\beta)}] / [H_Y^\alpha L^\beta A X^{*(1-\alpha-\beta)}]$. Poiché H_Y è un valore noto determinato dalla [A13], L non varia per ipotesi e x^* resta tale per tutte le imprese indipendentemente dalla variazione di A (che agisce sull'ampiezza della varietà dei beni durevoli ma non sull'intensità di produzione di ognuno di essi), la precedente è riscrivibile come segue: $\Delta Y / Y = [H_Y^\alpha L^\beta X^{*(1-\alpha-\beta)}]\Delta A / [H_Y^\alpha L^\beta A X^{*(1-\alpha-\beta)}]$. Semplificando la precedente si ha infine: $\Delta Y / Y = \Delta A / A$.

¹⁵³ Il tasso di crescita di A è definito come segue: $g = \Delta A / A = \delta H_A$. H_A è definito come la differenza tra H e H_Y si ottiene: $g = \delta H_A = \delta(H - H_Y)$. Sostituendo nella precedente l'espressione di H_Y ricavata alla [A13] si ottiene:

Dal momento che la frazione di capitale umano dedicata alla ricerca nel primo settore, H_A , è definita come la differenza tra lo stock di capitale umano totale, H , e la frazione di capitale umano dedicato alla produzione nel terzo settore, il tasso di crescita è ulteriormente spiegabile come segue¹⁵³:

$$[A17] \quad g = \delta H - \Lambda r$$

¹⁵³ Il tasso di crescita di A è definito come segue: $g = \Delta A / A = \delta H_A$. H_A è definito come la differenza tra H e H_Y si ottiene: $g = \delta H_A = \delta(H - H_Y)$. Sostituendo nella precedente l'espressione di H_Y ricavata alla [A13] si ottiene: $g = \delta H - \delta \alpha r / [\delta(1 - \alpha - \beta)(\alpha + \beta)]$. Dalla precedente, semplificando δ e raccogliendo i termini $\alpha / [(1 - \alpha - \beta)(\alpha + \beta)]$ in un unico fattore Λ si ottiene la [A17].

CAPITOLO 6: CONCLUSIONI

La teoria macroeconomica ha tentato di dare delle risposte ai fenomeni principali della dinamica economica di lungo periodo. In particolare, si è concentrata sui temi che hanno costituito la divisione fondamentale di questa trattazione: le differenze di reddito, i fenomeni di convergenza, le cause della crescita nel lunghissimo periodo (e la sua eventuale persistenza nel tempo).

Dopo aver offerto una rassegna delle proposte teoriche e dei riscontri empirici sull'argomento, è interessante applicarne le conclusioni ai principali fenomeni di crescita economica cui si è assistito nel corso della storia e a quelli che sono tuttora in corso.

Occorre, inoltre, puntualizzare il ruolo giocato nella crescita da un fattore molto rilevante come il commercio internazionale e, infine, sottolineare che i vari contributi alla teoria della crescita riescono, fondamentalmente, a spiegare gran parte dei fenomeni economici avvenuti.

6.1 Breve resoconto dei risultati principali

Secondo il modello neoclassico la ricchezza di un paese dipende direttamente dalla sua capacità di risparmio, che ne guida l'accumulazione di capitale, e dal suo tasso di crescita demografica. Questi parametri strutturali dell'economia, unitamente al tasso di ammortamento e di progresso tecnologico (che, però, si ipotizzano uguali per tutti i paesi) conducono ad un preciso livello di reddito di stato stazionario.

In conseguenza dei rendimenti marginali decrescenti del capitale il modello ipotizza una convergenza condizionata (alla condivisione dei parametri strutturali suddetti) nei livelli di reddito ma assoluta nei tassi di crescita di lungo periodo, ossia nella fase post – raggiungimento dello stato stazionario, quando tutti i paesi crescono al tasso di progresso tecnologico condiviso (Solow, [1956]). Le verifiche empiriche del modello (Mankiw et al. [1992]) mostrano evidenze a suo favore, a patto che si tenga conto di un ulteriore fattore produttivo rispetto ai due tradizionali della funzione di produzione neoclassica (capitale fisico e lavoro): il capitale umano. Considerando anche quest'ultimo, le conclusioni del modello si mostrano piuttosto aderenti alla realtà empirica.

Tuttavia, emerge un rilevante fattore di produttività residuale (Solow, [1957]) che determina un contributo essenziale per le differenze reddituali esistenti tra i paesi: tale fattore, detto residuo di Solow, rimanda alla presenza di caratteristiche tecnologiche (Solow [1957], Parente e Prescott [1994]), geografiche (Sachs [2001]) e istituzionali (Hall e Jones [1999], Acemoglu et al. [2001], Acemoglu e Johnson [2005]), specifiche per ciascun paese.

Inoltre, il modello prevede la presenza di rendimenti del capitale in stato stazionario profondamente diversi da paese a paese, che teoricamente dovrebbero aiutare i paesi più poveri ad attrarre capitali dai paesi più ricchi. Tuttavia, ciò non si verifica, per motivi di natura ancora istituzionale (legati al concetto di *political risk*) e poiché, in realtà, la produttività del capitale è determinata anche da tutto l'insieme dei fattori sopracitati (tra cui la presenza di livelli di capitale umano e di contesti istituzionali diversi tra i paesi).

La convergenza nei livelli di reddito, anche quella condizionata, è dunque messa in dubbio dalla presenza di questi ulteriori fattori di produttività. La stessa convergenza nei tassi di crescita di lungo periodo

risente di considerazioni analoghe, pur se si mantiene fede all'ipotesi di condivisione del progresso tecnologico.

Proprio in relazione al progresso tecnologico, che costituisce la fonte di crescita economica nel lunghissimo periodo, il modello neoclassico viene duramente criticato dal filone dei modelli di crescita endogena, che puntano a spiegare tale progresso sulla base di meccanismi interni al sistema economico, in luogo di subirlo come esogenamente determinato. Fanno parte di questo filone i modelli di crescita endogena che ipotizzano una funzione di produzione AK, in cui il capitale presenta rendimenti di scala non decrescenti e la crescita viene trainata dal meccanismo di *learning by doing* insito nel processo di produttivo. Sulla base di essi non è, però, possibile spiegare eventuali fenomeni di convergenza.

Un altro modello di crescita endogena è il modello di Romer, in base al quale in un'economia multisetoriale la crescita bilanciata di lungo periodo viene generata dall'attività di un settore produttivo particolare: il settore della ricerca, che incrementa incessantemente lo stock di conoscenza presente nel sistema e alimenta così il progresso tecnologico e la crescita economica.

Sia secondo il modello neoclassico che secondo i modelli di crescita endogena, la crescita economica è fondamentalmente un fenomeno di accumulazione. In Solow la crescita è trainata essenzialmente dall'accumulazione di capitale fisico, mentre in un modello aumentato (si veda Mankiw et al. [1992]) entra in gioco anche il ruolo dell'accumulazione del capitale umano. I modelli di crescita endogena del tipo AK puntano su una dinamica del capitale particolare, poiché il capitale è assunto avere rendimenti non decrescenti¹⁵⁴. Il modello di crescita endogena di Romer, infine, rinvia la crescita all'accumulazione di conoscenza.

Come detto, sebbene i modelli di crescita endogena siano utili per fondare economicamente il progresso tecnologico, alcuni di essi si rivelano inadatti per spiegare la presenza di fenomeni di convergenza (i modelli AK, per esempio): dal momento che la storia economica offre alcuni esempi notevoli di convergenza, questo può rappresentare un punto a favore del modello neoclassico.

Un elemento sul quale entrambi i filoni teorici della crescita concordano è certamente la previsione di una crescita di lungo periodo stimolata dall'incremento di efficienza e dal miglioramento qualitativo del processo produttivo. Dopodiché, in Solow esso si configura come un bene pubblico calato dall'alto e globalmente condiviso, mentre in Romer è il prodotto della continua attività di innovazione generata dal settore della ricerca e alimentata dai fattori produttivi della conoscenza e del capitale umano. Nei modelli di crescita endogena basati sulla funzione di produzione AK il progresso produttivo è una conseguenza involontaria del processo di produzione, trainato da meccanismi di "*learning by doing*". Inoltre, in ogni caso, un ulteriore dato comune a tutti i modelli esaminati risiede nel prevedere una crescita potenzialmente persistente nel tempo.

Avendo ripreso i risultati fondamentali dei modelli e delle ricerche empiriche presentate nella trattazione e avendo sottolineato le loro similitudini e differenze, è utile verificare che la teoria tradizionale della crescita economica, se sfruttata congiuntamente ai contributi teorici successivi che sono stati esposti in

¹⁵⁴ Dopodiché, nulla impedirebbe di interpretare il capitale considerato da tali modelli come comprensivo sia del capitale fisico che di quello umano.

questo lavoro, è in grado di spiegare molti dei fenomeni più importanti di crescita economica avvenuti nella storia: la crescita post – rivoluzione industriale, i processi di convergenza avvenuti dopo la seconda guerra mondiale e quelli realizzati da alcuni paesi asiatici, la persistente povertà di alcuni paesi particolarmente arretrati.

6.2 La rivoluzione industriale, la crescita economica e la convergenza nel dopoguerra: i paesi ricchi

Come anticipato in introduzione, la crescita economica si è imposta come fenomeno persistente solo dalla rivoluzione industriale. In seguito ad essa alcuni paesi sono riusciti ad incanalarsi, per la prima volta nella storia, in un sentiero di crescita continua che li ha portati a sperimentare livelli di benessere sempre maggiori. Ciò è avvenuto all'incirca dal 1700 nei paesi che per primi si sono avvantaggiati di tale rivoluzione: la Gran Bretagna, la Francia, gli Stati Uniti e più tardi la Germania. Quanto accaduto è piuttosto coerente con le previsioni teoriche della teoria della crescita. Solo in seguito alla rivoluzione industriale è stato possibile uscire da un'economia prevalentemente agricola ed essenzialmente di sussistenza e, dunque, riuscire a risparmiare, ossia ad intraprendere un'accumulazione di capitale che costituisse il motore della crescita. Inoltre, i secoli XVIII e XIX sono stati caratterizzati da un indiscutibile progresso tecnologico che avrebbe stimolato la crescita anche qualora, nel corso del tempo, i paesi citati si fossero trovati ormai in corrispondenza del rispettivo stato stazionario. L'effetto combinato dell'incrementata capacità di risparmio e del miglioramento del processo produttivo può spiegare perché solo dal 1700 e per ben due secoli fino alla crisi di fine ottocento, alcune economie abbiano goduto di una crescita economica continua. È, inoltre, emblematico che tale crisi fu una crisi di sovrapproduzione, la prima nella storia: la capacità produttiva stava incrementando a tal punto che la domanda non riusciva a compensarla.

Altri paesi come l'Italia e il Giappone intrapresero uno sviluppo industriale più tardivo ma relativamente precoce rispetto al resto del mondo e riuscirono nel tempo a imporsi come potenze. È un dato di fatto che tutti i paesi che iniziarono per primi a sperimentare una crescita economica sono, ancora oggi, tra quelli più ricchi al mondo, nonostante la presenza di rendimenti decrescenti del capitale e di condivisione dello sviluppo tecnologico che vengono ipotizzati dal modello neoclassico. Seguendo Hall e Jones [1999] e Acemoglu et al. [2001], è possibile spiegare tale fatto sulla base della presenza di istituzioni particolarmente favorevoli alla creazione di un contesto proficuo per lo sviluppo economico. Queste avrebbero permesso nel tempo di mantenere uno status privilegiato e Sachs [2001] sottolinea come i paesi più avanzati avrebbero beneficiato anche di caratteristiche geografico – climatiche (che avrebbero agevolato i rapporti commerciali e il trasferimento e la condivisione di conoscenze e tecnologie) e avrebbero sfruttato a loro vantaggio la posizione di ricchezza relativa nei confronti dei paesi più arretrati (prima colonizzandoli e poi imponendo politiche economiche a livello globale attraverso istituzioni sovranazionali). Prendendo in considerazione un modello di crescita endogena che si basi sulla funzione di produzione AK, il mantenimento della leadership economica da parte dei paesi che per primi sperimentarono una dinamica di crescita è del tutto coerente con l'ipotesi di rendimenti non decrescenti del capitale. Tuttavia un modello del genere non spiegherebbe molti dei processi di convergenza che vengono presentati in seguito.

La crescita di Italia, Giappone e Germania nel secondo dopoguerra rappresenta un altro episodio fondamentale nella storia economica. A differenza di Gran Bretagna, Francia e Stati Uniti, la cui crescita fu anteriore, distribuita su più secoli e moderata nella sua persistenza, la crescita dell'Italia e del Giappone, fu concentrata e piuttosto esplosiva. In pochi decenni, dal dopoguerra agli anni '70 e '80, questi paesi realizzarono un vero e proprio processo di convergenza. Ancora una volta la teoria economica permette di spiegarne il perché: l'accumulazione di capitale e l'ipotesi di rendimenti decrescenti dello stesso potrebbero essere alla base di tassi di crescita più sostenuti per quei paesi che partivano da dotazioni di capitale più basse, per via delle distruzioni provocate dal conflitto mondiale ma anche per motivi di ritardo economico (nel caso specifico Italia e Giappone, mentre la Germania godeva di una macchina industriale avviata da tempo). Non solo. Il novecento fu ancora un secolo di incredibile progresso tecnologico (che portò ad una terza rivoluzione industriale) e fu il secolo nel quale si riuscì finalmente ad accumulare anche l'altro tipo di capitale: il capitale umano (grazie a tassi di alfabetizzazione crescente e ad un'istruzione sempre più diffusa). Tali fattori, unitamente all'intensificarsi dei rapporti commerciali tra i paesi, favoriti dallo sviluppo dei trasporti su ogni via di comunicazione che consentirono di condividere conoscenze e tecnologie, stimolarono un'ulteriore crescita moderata dei paesi già ricchi e permisero agli altri citati di effettuare il *catch up*.

6.3 Processi di convergenza riusciti e falliti, cause della ricchezza e della povertà nel mondo

Accanto agli esempi citati, per i quali si è realizzata una forte convergenza, vi sono numerosi altri casi di convergenza mancata. Tutti i paesi relativamente più arretrati partono da dotazioni di capitale inferiori e quindi potenzialmente più produttive rispetto ai paesi relativamente più ricchi: in conseguenza di ciò dovrebbero crescere più velocemente e attrarre investimenti dall'estero, realizzando un processo di convergenza. Tuttavia, il processo di convergenza non avviene ovunque e i flussi di capitale non si indirizzano nella direzione attesa. Perché solo alcuni paesi sono riusciti a raggiungere livelli di benessere paragonabili a quelli dei paesi più ricchi? Perché tuttora si osservano livelli di reddito così diversi?

Alcuni economisti (si veda Hall e Jones [1999]) si concentrano sul fattore istituzionale, sottolineando che i paesi europei occidentali godrebbero di contesti più favorevoli per lo sviluppo economico, poiché, ad esempio, è permessa la libera iniziativa e tutelata la proprietà. Altri economisti, come Sachs [2001], si concentrano su un fattore di tipo climatico – geografico che favorirebbe i paesi a clima temperato rispetto a quelli a clima tropicale nel processo di uscita dall'economia di sussistenza (a causa degli svantaggi arrecati dal clima tropicale a settori fondamentali come l'agricoltura, la salute e il trasporto di energia).

Inoltre, i fattori appena citati si intreccerebbero, dal momento che i colonizzatori europei avrebbero preferito colonizzare le aree caratterizzate da climi più simili a quelli domestici. Come risultato di ciò, essi avrebbero instaurato istituzioni e contesti produttivi simili a quelli europei nei paesi arretrati ma a clima temperato. Viceversa, nei paesi tropicali si sarebbero limitati a sfruttare le risorse naturali mediante l'instaurazione di regimi autoritari poco interessati allo sviluppo economico locale, in un'ottica di breve periodo (o non vi si sarebbero insediati affatto, qualora l'ambiente fosse stato particolarmente sfavorevole o le risorse naturali quasi assenti).

Oggi tutti i paesi europei godono di livelli di reddito piuttosto alti. Sulla base di fattori geografici ed istituzionali e sull'effetto congiunto di essi è possibile spiegare perché il fenomeno della crescita e i processi di convergenza caratterizzarono maggiormente i paesi europei rispetto agli altri continenti: i paesi europei sono caratterizzati da strutture più simili a livello istituzionale e beneficiarono di rapporti commerciali più intensi e spontanei, non impediti da barriere climatiche come quelle individuate da Sachs. Sulla base degli stessi fattori è anche possibile spiegare perché, pur restando in ottica europea, la crescita e il processo di convergenza riuscirono meglio all'Italia che non ai paesi dell'Europa orientale inclusi nell'orbita sovietica (il cui contesto istituzionale era ben lontano da quello considerato favorevole, tipico dell'Europa occidentale).

Ancora, in un momento storico come il XX secolo, caratterizzato dall'imporsi di miglioramenti tecnologici e innovazioni, sarebbe stato centrale il fattore individuato da Parente e Prescott e consistente nelle barriere all'adozione tecnologica: la capacità di accedere più o meno ampiamente a tale progresso avrebbe inciso enormemente sulla crescita economica. La presenza o l'assenza di barriere all'adozione tecnologica rimandano inevitabilmente al fattore istituzionale e al grado di apertura delle economie verso l'estero ma secondo Sachs anche l'ambiente può giocare un certo ruolo, nella misura in cui limiti o impedisca il trasferimento o la condivisione di risorse. Ciò porterebbe a concludere che tale condivisione di risorse sarebbe avvenuta tra i paesi meno protezionisti o tra i paesi situati in zone climatiche simili, contribuendo di nuovo a comprendere l'avanzamento economico europeo rispetto agli altri paesi. Infatti, se si accetta la posizione di Sachs, il continente europeo risulterebbe favorito in quanto si sviluppa su un asse est – ovest, contrariamente, ad esempio, a quello americano che si sviluppa su un asse nord – sud (ecco perché, per fare un esempio, il tenore di vita degli Stati Uniti non sarebbe paragonabile con quello del Messico). La condivisione dello sviluppo sarebbe stata ostacolata, però, anche all'interno dello stesso continente, qualora fossero state presenti strutture istituzionali fortemente diverse o non particolarmente aperte al commercio internazionale: ancora una volta ciò richiama la separazione esistente tra Europa occidentale e U.R.S.S. nel secondo dopoguerra.

Tutti i fattori citati avrebbero frenato lo sviluppo dei paesi poveri anche perché avrebbero bloccato l'investimento estero: in teoria, per l'esistenza di rendimenti decrescenti del capitale, i paesi poveri dovrebbero rappresentare una meta attraente per gli investimenti. Nella realtà non è così, poiché proprio quei fattori socio – istituzionali (e anche geografici) che ne limitano lo sviluppo economico interno, finiscono per impedire anche l'accesso di capitali dall'estero (determinando una maggiore rischiosità che scoraggia l'investimento). Inoltre, la stessa assenza di lavoro specializzato che sarebbe alla base di uno sviluppo economico inadeguato, finirebbe per deprimere la produttività del capitale anche se questo fosse presente in quantità inferiore e quindi potenzialmente più produttivo. Ecco perché le economie africane risulterebbero da tempo le più arretrate e non sembrano accennare ad uscire da tale condizione: l'assenza di un processo di accumulazione (né interno, né favorito da investimenti esteri), la presenza di istituzioni e contesti inadeguati e di fattori climatici che rendono difficile l'uscita da un'economia di sussistenza rappresentano al tempo stesso cause ed effetti dell'arretratezza, che si autoalimentano.

Spostandosi verso il continente asiatico si scopre una realtà diversa e decisamente più dinamica: parlando dell'ultima metà di secolo e fino ai giorni nostri non si può non considerare la straordinaria espansione vissuta dalle tigri asiatiche e, ancora più recentemente, dalla Cina. Con l'appellativo "tigri asiatiche" ci si riferisce primariamente ad un gruppo di paesi del continente asiatico che si sono resi protagonisti di un processo di crescita impressionante per velocità e intensità: Taiwan, Corea del Sud, Hong Kong e Singapore. Il fatto interessante di queste economie è rappresentato dal fatto che il loro PIL è oggi confrontabile con quello delle economie più ricche del mondo. Ancora una volta, come indicato anche all'interno della trattazione, molto del processo è spiegabile grazie alla dinamica di accumulazione di stampo neoclassico, se si tiene in debita considerazione sia il capitale fisico che quello umano: Young [1995] riconduce la crescita della Corea del Sud ad un incremento del saggio di risparmio e all'istruzione. Ben più particolari sono i casi di Hong Kong e Singapore, il cui sviluppo si è fondato direttamente sul settore terziario e in particolar modo di quello finanziario.

Talvolta viene affiancato a questo gruppo primario di paesi un gruppo secondario di economie asiatiche che, pur non avendo raggiunto livelli di benessere simili a quelli occidentali, sono riuscite ad uscire definitivamente da un'economia di sussistenza e sembrano essere avviarsi verso una crescita sostenuta: Malaysia, Indonesia, Thailandia e Filippine (dette anche "Asean-4"). Secondo Sachs [2001], la peculiarità di questi paesi, che pure si trovano sulla fascia tropicale e quindi dovrebbero subire gli stessi svantaggi dei paesi africani, risiede nell'aver raggiunto condizioni igienico – sanitarie migliori (grazie alla configurazione geografica insulare che risulterebbe in tale frangente più favorevole di quella continentale) e nell'aver puntato sullo sviluppo di un settore manifatturiero con manodopera a basso costo orientato all'export.

Un'economia che ha fatto tesoro di questa strategia è certamente la Cina, la cui crescita recente è indiscutibilmente legata anche all'immensa capacità di produzione di bene di esportazione. La Cina offre un ottimo esempio di crescita a tassi sostenuti, dovuti al fatto di essere partita da livelli di capitale e di reddito piuttosto bassi e alimentati da investimenti sia governativi che esteri, oltre che da un continuo miglioramento del fattore capitale umano. Inoltre, questo paese sembra credere alle previsioni della teoria economica secondo cui una popolazione vasta rallenta nel tempo il tasso di crescita del reddito per occupato e ha messo in atto, conseguentemente, una politica di controllo delle nascite. Kremer, per quanto esposto nel secondo capitolo, non sarebbe d'accordo, dal momento che secondo la sua opinione una popolazione numerosa rappresenta la fonte principale di un potenziale progresso a livello innovativo e tecnologico. In ogni caso, la Cina potrebbe non preoccuparsi delle argomentazioni di Kremer, dal momento che essa può contare su oltre un miliardo di potenziali innovatori e, comunque, nella misura in cui tale progresso possa essere in qualche modo condiviso, potrebbe accedere al set di conoscenze messo a disposizione dall'intero resto del mondo.

6.4 Brevemente sul commercio internazionale: la teoria e i dati

Va sottolineato che lo sviluppo recente delle economie che hanno puntato sul settore manifatturiero in un'ottica esportatrice viene trainato dal processo contemporaneo di globalizzazione e di apertura al libero scambio, che ha raggiunto livelli mai sperimentati nel corso della storia. Vale la pena, quindi, di aprire

brevemente il tema dell'apertura al libero commercio internazionale. Al di là dei fattori esplicitamente presentati nel corso della trattazione, è emerso più volte il richiamo al tema dell'apertura dell'economia al libero scambio con l'estero. L'apertura dell'economia è considerata da Hall e Jones [1999] una variabile strumentale per la valutazione dell'infrastruttura sociale adottata dai vari paesi e può rappresentare un aiuto alla condivisione dell'avanzamento tecnologico, il cui ruolo chiave nella crescita è ormai evidente, a questo punto della trattazione. Anche Romer [1990] consiglia ai paesi in via di sviluppo di aprirsi sempre più allo scambio con l'estero, al fine di agevolare la condivisione del capitale umano e della conoscenza (ossia gli input del processo produttivo del primo settore nel suo modello).

Già i più grandi esponenti dell'economia classica si schierarono a favore del commercio internazionale. Per Adam Smith l'ampiezza del mercato garantiva una crescente specializzazione del lavoro che permetteva l'incremento della produttività, guidando la crescita. David Ricardo introdusse la teoria dei vantaggi comparati del commercio internazionale, secondo cui tutti i paesi trarrebbero beneficio dalla specializzazione di ciascuno nelle specifiche produzioni per le quali si dimostra più efficiente.

In realtà, in seguito la scuola istituzionale tedesca avrebbe criticato la validità aprioristica di tali posizioni, ritenendole adatte solo per quei paesi che godessero già di un avvio industriale e consigliando ai paesi di nuova industrializzazione di puntare preliminarmente sullo sviluppo di un mercato interno e su un sostanziale protezionismo a difesa delle imprese domestiche.

La ricerca economica, tuttavia, ha sempre dato abbastanza credito alle previsioni dei classici. Sachs e Warner [1995] sottolineano i benefici in termini di crescita goduti dalle economie aperte nel ventennio che va dal 1970 al 1990: per quanto riguarda i paesi in via di sviluppo le economie relativamente più aperte sono cresciute ad un tasso medio del 4,5% annuo, contro un dato pari allo 0,7% per le economie relativamente più chiuse. I dati di Sachs e Warner sembrano, dunque, assegnare una valenza positiva all'apertura degli scambi commerciali con l'estero, anche per i paesi non ancora avanzati. Inoltre, Frankel e Romer [1999] ritengono che un incremento dell'1% del rapporto tra commercio internazionale e PIL si associ ad un aumento almeno pari allo 0,5% del reddito pro – capite.

6.5 Considerazioni finali

In conclusione di questa trattazione, sembra possibile affermare che gli sforzi compiuti dalla ricerca economica abbiano condotto a dei risultati notevoli. La teoria della crescita economica offre delle spiegazioni abbastanza esaustive per molti dei fenomeni di crescita cui si è assistito nella storia, specie i più importanti. Il modello neoclassico, specialmente se integrato da alcune teorie successive che hanno approfondito le cause delle differenze di reddito tra i paesi, è fondamentalmente in grado di descrivere la dinamica della crescita. Altri modelli criticano quello neoclassico per l'assunzione del progresso tecnologico esogeno e offrono spiegazioni più esaustive per la crescita economica di lungo periodo. Tuttavia, un modello che desiderasse descrivere accuratamente la dinamica dei fenomeni di crescita non potrebbe trascurare l'esistenza di quei casi in cui è avvenuta una convergenza e alcuni modelli di crescita endogena falliscono palesemente, se valutati nella capacità di spiegare questi eventi (ad esempio i modelli AK).

Quelli che oggi sono i paesi più ricchi al mondo sembrano derivare il proprio benessere da una capacità di investimento notevole e dall'aver creato un contesto proficuo per lo svolgimento dell'attività economica. Lungo la trattazione è emerso in particolare il ruolo del capitale umano: l'intelligenza e la capacità produttiva del fattore lavoro sembrano assumere una rilevanza speciale¹⁵⁵. Saper rinunciare ed attendere, destinando all'investimento parte di quelle risorse che si potrebbero consumare oggi, aprirsi alle altre economie, condividere i progressi della conoscenza e della tecnica: questi, tra i tanti fattori, sembrano rappresentare gli stimoli migliori per la crescita.

Allo stato attuale le differenze di reddito tra i paesi sono estremamente marcate: alcuni paesi godono di livelli di benessere altissimi, altri sono relegati in condizioni di povertà e accanto a storie economiche di successo che hanno consentito in molti casi la realizzazione di fenomeni di convergenza notevoli, esistono tuttora situazioni di arretratezza che sembrano destinate a restare tali. Secondo Sachs [2001], i meccanismi dell'economia non potranno da soli permettere a tutti i paesi di uscire dalla povertà se non si verificheranno interventi attivi ed effettivi da parte dei paesi relativamente più avanzati.

Tuttavia, sembra emergere un aspetto definitivamente positivo ed edificante: la previsione univoca secondo cui non vi sarebbero freni particolari alla crescita economica mondiale avviatasi ormai tre secoli fa, almeno finché continueremo a godere di uno sviluppo tecnologico o saremo in grado di alimentarlo, specie mediante continui investimenti in capitale umano e attraverso la condivisione dei progressi conseguiti.

¹⁵⁵ Tale fattore veniva omissso da Solow [1956] ma la sua introduzione permise a Mankiw et al. [1992] di incrementare sensibilmente la capacità del modello neoclassico di spiegare sia le differenze reddituali che il fenomeno della convergenza. Ancora, il capitale umano entra tra le spiegazioni offerte da Lucas [1990] in merito al mancato flusso di capitali verso i paesi poveri ed è tenuto in debito conto da Hall e Jones [1999] come determinante dei livelli di reddito. Infine, esso assume un ruolo ancora più decisivo in Romer [1990], dove costituisce l'input produttivo del settore della ricerca, ossia del settore che guida la crescita economica nel lungo periodo. In sostanza, nonostante la grande difficoltà nel riuscire a ottenere una misura precisa del capitale umano, è ampiamente accettato sia a livello teorico che empirico, che investire in esso produca effettivi ragguardevoli e soprattutto decisivi sul livello di benessere di un paese. Sia che il capitale umano abbia un ruolo nel determinare il reddito di stato stazionario (come previsto dal modello neoclassico aumentato) o che, addirittura, dipenda da esso il tasso di crescita di lungo periodo (come ipotizzato da Romer) è evidente la sua centralità: deve far riflettere, allora, che in entrambi gli studi presentati nelle appendici ai capitoli 3 e 4, l'Italia risulti soffrire di una dotazione di capitale umano relativamente bassa nei confronti degli altri paesi avanzati. Sebbene ciò possa costituire un elemento di svantaggio competitivo per l'economia italiana, è altresì vero che investirvi offrirebbe un rendimento potenziale importante che sarebbe colpevole trascurare.

ELENCO DELLE FORMULE E DELLE ESPRESSIONI UTILIZZATE

CAPITOLO 1: LE IPOTESI DELLA TEORIA NEOCLASSICA SULLA F. DI PRODUZIONE

[1] $Y = F(K,L)$	Funzione di produzione
[2] $Y = F(K,L) = AK^\alpha L^\beta$	Funzione di produzione moltiplicativa
[3] $Y = F(K,L) = AK^\alpha L^{(1-\alpha)}$	Funzione di produzione Cobb – Douglas
[4] $Y = F(K,L) \longrightarrow Y' = F(\lambda K, \lambda L) = \lambda Y$	Definizione di rendimenti di scala costanti
[5] $Y = PMK * K + PML * L$	Teorema di Eulero
[6] $PMK = A\alpha K^{(\alpha-1)} L^{(1-\alpha)}$	Produttività marginale del capitale (derivata di F)
[7] $PML = AK^\alpha (1-\alpha) L^{(-\alpha)}$	Produttività marginale del lavoro (derivata di F)
[8] $PMK = \alpha Y / K$	Produttività marginale del capitale
[9] $PML = (1-\alpha) Y / L$	Produttività marginale del lavoro
[10] $PMK * K = \alpha Y$	Quota di reddito destinata al capitale
[11] $PML * L = (1-\alpha) Y$	Quota di reddito destinata al lavoro

APPENDICE AL CAPITOLO 1

[12] $\Pi = PY - WL - RK = P * F(K,L) - WL - RK$	Profitto dell'impresa in concorrenza perfetta
[13] $\partial \Pi / \partial K = 0; \longrightarrow PMK = R/P$	Quantità ottima di capitale per l'impresa
[14] $\partial \Pi / \partial L = 0; \longrightarrow PML = W/P$	Quantità ottima di lavoro per l'impresa

CAPITOLO 2: IL MODELLO DI SOLOW

2.1 Modello di Solow: accumulazione di capitale e stato stazionario

[15] $y = f(k)$	Funzione di produzione intensiva
[16] $i = s * y = s * f(k)$	Investimento individuale
[17] $c = (1-s) * y = (1-s) * f(k)$	Consumo individuale
[18] $k_{t+1} = k_t + sf(k_t) - \delta k_t$	Dotazione di capitale in t+1
[19] $\Delta k = k_{t+1} - k_t = k_t + sf(k_t) - \delta k_t - k_t = sf(k_t) - \delta k_t$	Dinamica della dotazione di capitale
[20] $y = k^\alpha$	Cobb – Douglas in forma intensiva (A = 1)
[21] $g_y = (y_{t+1} - y_t) / y_t = [(k_t + s(k_t)^\alpha - \delta k_t)^\alpha - k_t^\alpha] / k_t^\alpha$	Tasso di crescita del prodotto per occupato
[22] $sf(k^*) = \delta k^*$	Condizione di stato stazionario
[23] $sk^{*\alpha} = \delta k^*$	Condizione di stato stazionario nella Cobb – Dougl.
[24] $k^* = [s / \delta]^{1/(1-\alpha)}$	Capitale per occupato di stato stazionario
[25] $y^* = (k^*)^\alpha = [s / \delta]^{\alpha/(1-\alpha)}$	Reddito per occupato di stato stazionario

2.2 Modello di Solow: crescita demografica

[26] $n = (L_{t+1} - L_t) / L_t = \Delta L / L$	Tasso di crescita demografica
[27] $\Delta k = sf(k) - (\delta + n)k$	Dinamica della dotazione di capitale con n
[28] $g_y = (y_{t+1} - y_t) / y_t = [(k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n)k_t)^\alpha - (k_t)^\alpha] / (k_t)^\alpha$	Tasso di crescita del prodotto per occupato con n (transizione allo stato stazionario)
[29] $sf(k) = (\delta + n)k$	Condizione di stato stazionario con n
[30] $k^* = [s / (\delta + n)]^{1/(1-\alpha)}$	Capitale per occupato di stato stazionario con n

- [31] $y^* = [s / (\delta + n)]^{\alpha / (1 - \alpha)}$ Reddito per occupato di stato stazionario con n
 [32] $Y = k^* \alpha L = y^* L$ Relazione tra Y e y con n
 [33] $G_Y = \Delta L / L = n$ Tasso di crescita del prodotto aggregato con n

2.3 Modello di Solow: progresso tecnologico

- [34] $Y = F(K, L) = (AL)^{(1 - \alpha)} K^\alpha$ Funzione Cobb – Douglas labour augmenting
 [35] $g = (A_{t+1} - A_t) / (A_t) = \Delta A / A$ Tasso di crescita della tecnologia
 [36] $k = K / AL$; $y = Y / AL$ Capitale e prodotto per unità di efficienza
 [37] $\Delta k = sf(k) - (\delta + n + g)k$ Dinamica della dotazione di capitale con n e g
 [38] $g_y = (y_{t+1} - y_t) / y_t = [(k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n + g)k_t)^\alpha - (k_t)^\alpha] / (k_t)^\alpha$ Tasso di crescita del prodotto per unità di efficienza con n e g (transizione allo stato stazionario)
 [39] $sf(k) = (\delta + n + g)k$ Condizione di stato stazionario con n e g
 [40] $k^* = [s / (\delta + n + g)]^{1 / (1 - \alpha)}$ Capitale per unità di efficienza di stato st. con n e g
 [41] $y^* = [s / (\delta + n + g)]^{\alpha / (1 - \alpha)}$ Reddito per unità di efficienza di stato st. con n e g
 [42] $k^* = k^* A$ Capitale per occupato di stato stazionario con n e g
 [43] $y^* = y^* A$ Prodotto per occupato di stato stazionario con n e g
 [44] $g_y = \Delta A / A = g$ Tasso di crescita del prodotto per occupato
 [45] $Y = yL$ Relazione tra Y e y
 [46] $G_Y = \Delta Y / Y = g + n$ Tasso di crescita del prodotto aggregato con n e g

CAPITOLO 3: LE DIFFERENZE NEI LIVELLI DI REDDITO

3.1 Il test sul modello di Solow

- [47] $y^* = A[s / (\delta + n + g)]^{\alpha / (1 - \alpha)}$ Reddito per occupato di stato stazionario con n e g
 [48] $\ln(y^*) = \ln(A) + \alpha / (1 - \alpha) \ln(s) - \alpha / (1 - \alpha) \ln(\delta + n + g)$ Passaggio ai logaritmi della [47] (stimabile)
 [49] $\ln(y^*) = a_0 + a_1 \ln(s) - a_2 \ln(\delta + n + g) + \epsilon$ Regressione operata da Mankiw et al. [1992]

3.2 Il modello di Solow aumentato con capitale umano

- [50] $Y = F(K, L, H) = (AL)^{(1 - \alpha - \beta)} K^\alpha H^\beta$ Cobb – Douglas con capitale umano
 [51] $y = f(k, h) = k^\alpha h^\beta$ Funzione intensiva con capitale umano
 [52] $\Delta k = s_k f(k, h) - (\delta + n + g)k$ Dinamica capitale fisico per unità di efficienza
 [53] $\Delta h = s_h f(k, h) - (\delta + n + g)h$ Dinamica capitale umano per unità di efficienza
 [54] $k^* = [(s_k^{(1 - \beta)} s_h^\beta) / (\delta + n + g)]^{1 / (1 - \alpha - \beta)}$ Capitale fisico di stato stazionario per unità eff.
 [55] $h^* = [(s_k^\alpha s_h^{(1 - \alpha)}) / (\delta + n + g)]^{1 / (1 - \alpha - \beta)}$ Capitale umano di stato stazionario per unità eff.
 [56] $y^* = A[(s_k^\alpha s_h^\beta) / (\delta + n + g)^{(\alpha + \beta)}]^{1 / (1 - \alpha - \beta)}$ Reddito di stato stazionario per occupato
 [57] $\ln(y^*) = a - (\alpha + \beta) / (1 - \alpha - \beta) \ln(\delta + n + g) + \alpha / (1 - \alpha - \beta) \ln(s_k) + \beta / (1 - \alpha - \beta) \ln(s_h) + \epsilon$ Regressione del modello aumentato
 [58] $Y = F(K, L, H) = K^{(1/3)} L^{(1/3)} H^{(1/3)}$ Funzione di produzione coerente con i risultati

3.3 Il residuo di Solow

- [59] $\Delta Y / Y = \alpha \Delta K / K + (1 - \alpha) \Delta L / L + \Delta A / A$ Approccio contabile

[60] $\Delta A / A = (\Delta Y / Y - \Delta L / L) - \alpha(\Delta K / K - \Delta L / L)$	Approccio contabile: il residuo di Solow
[61] $\Delta Y / Y = \alpha \Delta K / K + (1 - \alpha)[\Delta L / L + \Delta A / A]$	Approccio contabile labour – augmenting
[62] $(1 - \alpha)\Delta A / A = (\Delta Y / Y - \Delta L / L) - \alpha(\Delta K / K - \Delta L / L)$	Residuo di Solow labour – augmenting
[63] $Y = F(K, L, H) = (AH)^{(1-\alpha)}K^\alpha$	Funzione di produzione con H (Hall e Jones)
[64] $H = e^{f(E)}L$	Capitale umano (Hall e Jones)
[65] $Y / L = y = (Ah)^{(1-\alpha)}(k)^\alpha$	Reddito per occupato
[66] $y = (Ah)(k/y)^{\alpha/(1-\alpha)}$	Reddito per occupato corretto con K/Y

3.4 Il fattore di produttività generale

[67] $\ln(Y / L) = a + bS + \epsilon$	Relazione tra reddito e proxy di infrastruttura sociale
[68] $g = a_0 + a_1y_0 + a_2h_0 + \sum a_{iz_i} + bX$	Relazione tra tassi di crescita e fattore geografico (X)

CAPITOLO 4: LA CONVERGENZA

4.1 La convergenza nel modello di Solow

[69] $g_y = g + [(k_t + s(k_t)^\alpha - (\delta + n + g)k_t)^\alpha - (k_t)^\alpha] / (k_t)^\alpha$	Crescita del reddito per occupato (fase transitoria)
[70] $Y = A_0(HAL)^{(1-\alpha)}K^\alpha$	Funzione di produzione con tutte i fattori produttivi
[71] $y^* = A_0A[(s_k^\alpha s_h^\beta) / (\delta + n + g)^{(\alpha+\beta)}]^{1/(1-\alpha-\beta)}$	Reddito per occupato di stato st. coerente con la [70]

4.2 Le evidenze empiriche: il test di convergenza

[72] $(1/t)\ln(y_t/y_0) = a + by_0 + cX_t + \epsilon_t$	Equazione stimata in un test di convergenza
[73] $y^* = [(s_k^\alpha s_h^\beta) / (\delta + n + g)^{(\alpha+\beta)}]^{1/(1-\alpha-\beta)}$	Reddito per unità di eff. di stato st. (mod. aumentato)
[74] $\partial[\ln(y_t)]/\partial t = \lambda[\ln(y^*) - \ln(y_t)]$	Variazione del reddito rispetto al tempo
[75] $\lambda = (n + g + \delta)(1 - \alpha - \beta)$	Velocità di convergenza
[76] $\ln(y_t) - \ln(y_0) = (1 - e^{-\lambda t})[\alpha/(1 - \alpha - \beta)]\ln(s_k) + (1 - e^{-\lambda t})[\beta/(1 - \alpha - \beta)]\ln(s_h) - (1 - e^{-\lambda t})[(\alpha+\beta)/(1 - \alpha - \beta)]\ln(n + g + \delta) - (1 - e^{-\lambda t})[\alpha/(1 - \alpha - \beta)]\ln(y_0)$	Equazione stimata da Mankiw et al. [1992] per il test di convergenza
[77] $\ln(y_{1985}) - \ln(y_{1960}) = a + b\ln(y_{1960}) + \epsilon$	Equazione stimata per test di convergenza assoluta

4.3 La produttività e i flussi di capitale

[78] $PMK = \alpha(n + g + \delta) / s_k$	Produttività marginale del capitale in stato stazionario
[79] $PMK = \alpha / (K/Y)$	Produttività marginale del capitale

CAPITOLO 5: LA CRESCITA NEL TEMPO

5.2 La crescita endogena: i modelli AK

[80] $Y = AK$	Funzione di produzione in un modello AK
[81] $Y = F(K, L) = \min(AK, BL)$	Funzione di produzione Harrod – Domar
[82] $Y = F(K) = AK$	Funzione di produzione AK (Harrod – Domar)
[83] $\Delta K / K = sA - \delta$	Dinamica del capitale nelle funzioni AK
[84] $\Delta Y / Y = sA - \delta = g$	Tasso di crescita del prodotto (Harrod – Domar)
[85] $Y = F(L) = BL$	Funzione di produzione Harrod – D. (L limitante)

[86] $A = A_0 K^\eta$	Fattore di produttività nel modello di Frankel
[87] $y = Ak^\alpha l^{(1-\alpha)} = (A_0 K^\eta) k^\alpha l^{(1-\alpha)}$	Funzione di produzione dell'impresa (Frankel)
[88] $y = (A_0 K^\eta)(K/N)^\alpha$	Funzione di produzione dell'impresa (Frankel)
[89] $Y = AK^{(\alpha+\eta)}$	Funzione di produzione aggregata (Frankel)
[90] $PMK = A(\alpha+\eta)K^{(\alpha+\eta-1)}$	Produttività marginale del capitale (Frankel)
[91] $g_K = \Delta K / K = sAK^{(\alpha+\eta-1)} - \delta$	Tasso di crescita del capitale (Frankel)
[92] $g_Y = \Delta Y / Y = (g_K)^{(\alpha+\eta)}$	Tasso di crescita del prodotto aggregato (Frankel)

5.3 Il modello di Romer

[93] $\Delta A = F(H_A, A) = \delta H_A A$	Produzione di nuova conoscenza (primo settore)
[94] $\Delta K_t = Y_t - C_t$	Accumulazione di capitale fisico
[95] $K = \eta \sum_{i=1}^{\infty} x_i$	Stock di capitale fisico
[96] $Y(H_Y, L, x) = H_Y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^{\infty} x_i^{(1-\alpha-\beta)}$	Funzione di produzione in Romer (nel discreto)
[97] $Y(H_Y, L, x) = H_Y^\alpha L^\beta \int_1^{\infty} x_i^{(1-\alpha-\beta)} di$	Funzione di produzione in Romer (nel continuo)
[98] $\Delta A / A = \delta H_A = g$	Tasso di crescita dello stock di conoscenza
[99] $\Delta K / K = \Delta Y / Y = \Delta A / A = \delta H_A = g$	Crescita bilanciata
[100] $g = \delta H - \Lambda r$	Tasso di crescita bilanciata
[101] $\Delta C / C = (r - \rho) / \sigma$	Variazione del consumo nel tempo (massimizzazione)
[102] $\Delta C / C = g = (\delta H - \Lambda \rho) / (\sigma \Lambda + 1)$	Tasso di crescita del consumo (crescita bilanciata)

APPENDICE AL CAPITOLO 5

[A1] $w_{HA} = P_A \delta A$	Remunerazione del capitale umano (primo settore)
[A2] $D_i: p(i) = (1 - \alpha - \beta) H_Y^\alpha L^\beta x_i^{(-\alpha-\beta)}$	Scheda di domanda (imprese del terzo settore)
[A3] $\pi = (\alpha + \beta) p^* x^*$	Flusso di profitto (imprese del secondo settore)
[A4] $\pi / r = P_A$	Condizione di non arbitraggio (mercato dei brevetti)
[A5] $\int_0^{\infty} U(C) e^{-\rho t} dt$ [con $U(C) = (C^{1-\sigma} - 1) / (1 - \sigma)$]	Utilità del consumatore
[A6] $\Delta C / C = (r - \rho) / \sigma$	Variazione ottima del consumo nel tempo
[A7] $K = \eta x^* A$	Stock di capitale fisico
[A8] $Y = (H_Y A)^\alpha (L A)^\beta (K)^{(1-\alpha-\beta)} \eta^{(\alpha+\beta-1)}$	Funzione di produzione (terzo settore)
[A9] $\Delta K / K = \Delta A / A$	Crescita bilanciata (capitale e stock di conoscenza)
[A10] $\Delta Y / Y = \Delta K / K = \Delta A / A$	Crescita bilanciata (reddito, capitale, conoscenza)
[A11] $P_A = [(\alpha + \beta) / r] (1 - \alpha - \beta) H_Y^\alpha L^\beta x^{*(1-\alpha-\beta)}$	Prezzo del brevetto
[A12] $w_H = P_A \delta A = \alpha H_Y^{(\alpha-1)} L^\beta A x^{*(1-\alpha-\beta)}$	Remunerazione del capitale umano
[A13] $H_Y = \alpha r / [\delta(1 - \alpha - \beta)(\alpha + \beta)]$	Frazione di capitale umano dedicata alla produzione
[A14] $\Delta A / A = \delta H_A$	Tasso di crescita dello stock di conoscenza
[A15] $Y = H_Y^\alpha L^\beta \int_1^{\infty} x_i^{(1-\alpha-\beta)} di = H_Y^\alpha L^\beta A x^{*(1-\alpha-\beta)}$	Funzione di produzione del terzo settore
[A16] $\Delta Y / Y = \Delta A / A = \delta H_A$	Tasso di crescita del prodotto
[A17] $g = \delta H - \Lambda r$	Tasso di crescita

BIBLIOGRAFIA E OPERE CITATE

- Daron Acemoglu, Simon Johnson e James A. Robinson, “The Colonial Origins of Comparative Development: An Empirical Investigation”, *American Economic Review*, Dicembre 2001, vol. 91, pp. 1369 – 1401.
- Daron Acemoglu, Simon Johnson, “Unbundling Institutions”, *Journal of Political Economy*, 2005, vol. 113 (5), pp. 949 – 995.
- Philippe Aghion e Peter Howitt, “The Economics of Growth”, The MIT Press, 2009.
- Kenneth J. Arrow, “The Economic Implications of Learning by Doing”, *Review of Economic Studies*, Giugno 1962, vol. 29, pp. 155 – 173.
- Anthony Atkinson, “The Economics of Inequality”, Oxford: Clarendon Press, 1975.
- Edward F. Denison, “The Sources of Economic Growth in the United States”, New York: Committee for Economic Development, 1962.
- Jeffrey A. Frankel e David Romer, “Does Trade Cause Growth?”, *American Economic Review*, vol. 89, giugno 1999, pp. 379 – 399.
- Robert E. Hall e Charles I. Jones, “Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker Than Others?” *Quarterly Journal of Economics*, Febbraio 1999, vol. 114, pp. 83 – 116.
- Anne O. Krueger, “Factor Endowments and Per Capita Income Differences Among Countries”, *Economic Journal*, Settembre 1968, vol. 78, pp. 641 – 659.
- Robert E. Lucas, Jr., “Why Doesn’t Capital Flow from Rich to Poor Countries?”, *The American Economic Review*, vol. 80 (2), Maggio 1990, pp. 92 – 96.
- Angus Maddison, “The World Economy: A Millennial Perspective”, OECD Development Centre, 2001.
- N. Gregory Mankiw, David Romer e David N. Weil, “A Contribution to the Empirics of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, Maggio 1992, pp. 407 – 437.
- N. Gregory Mankiw e Mark P. Taylor, “Macroeconomia”, Quinta edizione italiana, Zanichelli, 2011.
- Stephen L. Parente e Edward C. Prescott, “Barriers to Technology Adoption and Development”, *Journal of Political Economy*, Aprile 1994, 102 (2), pp. 298 – 321
- George Psacharopoulos, “Returns to Investment in Education: A Global Update”, *World Development*, 1994, vol. 22 (9), pp. 1325 – 1343.
- George Psacharopoulos, “Returns to Education: A Further International Update and Implications”, *Journal of Human Resources*, 1985, vol. 20, pp. 583 – 604.
- Paul M. Romer, “Endogenous Technological Change”, *Journal of Political Economy*, Ottobre 1990, vol. 98 (5), pp. S71 – S102.
- Jeffrey D. Sachs, “Wages, Profit, and Macroeconomic Adjustment: A Comparative Study”, *Brooking Papers on Economic Activity*, 1979, vol. 2, pp. 269 – 332.

- Jeffrey D. Sachs, “Tropical Underdevelopment”, National Bureau of Economic Research, Febbraio 2001.
- Jeffrey D. Sachs e Andrew Warner, “Economic Reform and The Process of Global Integration”, *Brooking Papers on Economic Activity*, 1995, pp. 1 – 95.
- Robert M. Solow, “A Contribution to the Theory of Economic Growth”, *Quarterly Journal of Economics*, 1956, vol. 70, pp. 65 – 94.
- Robert M. Solow, “Technical Change and the Aggregate Production Function”, *Review of Economics and Statistics*, 1957, vol. 39, pp. 312 – 320.
- Robert Summers e Alan Heston, “A New Set of International Comparisons of Real Product and Price Levels: Estimates for 130 Countries, 1950 – 1985”, *Review of Income and Wealth*, vol. 34, Marzo 1988, pp. 1 – 26.
- Robert Summers e Alan Heston, “The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons: 1950 – 1988”, *Quarterly Journal of Economics*, Maggio 1991, vol. 106, pp. 327 – 368.
- M. L. Williams, “The Extent and Significance of Nationalization of Foreign-owned Assets in Developing Countries, 1956-1972”, *Oxford Economic Papers*, 1975, vol. 27, pp. 260 – 273.
- Alwyn Young, “The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience”, *Quarterly Journal of Economics*, Agosto 1995, vol. 101, pp. 641 – 680.

FONTI DEI DATI

- World Economic Outlook 2015, International Monetary Fund
- SITO DELLA BANCA MONDIALE

Link diretto per i dati sul Pil pro – capite in dollari internazionali a valore corrente (PPA):

http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.CD?order=wbapi_data_value_2013+wbapi_data_value+wbapi_data_value-last&sort=desc

Link diretto per i dati sul Pil in dollari internazionali a valore corrente (PPA):

http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD/countries/order%3Dwbapi_data_value_2013%20wbapi_data_value%20wbapi_data_value-last?order=wbapi_data_value_2012%20wbapi_data_value%20wbapi_data_value-last&sort=desc&display=default