

## **Capitolo IV: capitale umano e tecnologia nella teoria della crescita economica**

In questo capitolo cercheremo di capire in che modo la letteratura sulla crescita economica si sia occupata fino ad ora di alcuni fattori della crescita quali il capitale umano e la tecnologia.

Il primo ci interessa in quanto l'ICT svolge un ruolo di supporto allo sviluppo del capitale umano – ma la relazione è biunivoca infatti le caratteristiche del capitale umano si rivelano critiche per un uso effettivo ed efficace dell'ICT - il secondo in quanto si assume che l'ICT rappresenti la frontiera tecnologica attuale.

Da sempre gli economisti si sono interessati alla crescita economica ed alle sue determinanti, presentando differenti proposte a riguardo, spinti nella ricerca di trovare soluzioni ad un problema come quello della crescita ritenuto essenziale: lo sviluppo economico infatti, sia di tipo estensivo che intensivo, assicura alla comunità i mezzi per la sussistenza e per migliorare la qualità della vita.

Il primato della terra quale fattore di produzione più importante per la crescita viene messo in dubbio dai classici i quali incentrano il discorso sul capitale fisico. Successivamente, ad opera di Schumpeter, matura l'idea dell'importanza del capitale umano, il quale influisce sulla crescita attraverso la creazione delle innovazioni.

Schumpeter cercava così una spiegazione endogena allo sviluppo economico, ma la sua teoria si arresta nell'identificare la figura dell'innovatore come un creativo visionario i cui incentivi all'innovazione derivano da fattori non economici, per cui la spinta alla crescita economica

rimane esogena.

L'idea viene comunque ripresa e portata avanti da Schultz, il quale ha il merito di endogenizzare la formazione del capitale umano all'interno del processo di crescita, in quanto riconosce come il capitale umano risponde agli investimenti, ad esempio in istruzione e salute.

Nella letteratura neoclassica il discorso sul capitale umano viene affrontato da Romer e Lucas i quali si soffermano in particolare sulla dimensione di bene pubblico che la conoscenza presenta all'interno della teoria della crescita endogena.

Cerchiamo quindi di chiarire il concetto di capitale umano così da capire le dinamiche da questo indotte.

Innanzitutto possiamo definire il capitale come la risorsa produttiva ottenibile come risultato di un investimento, investimento che può riguardare la terra, il lavoro o la società<sup>1</sup>. Nel momento in cui l'investimento riguarda la capacità professionale degli agenti economici, attuali e futuri, si parla di capitale umano. All'interno di quest'ultimo è possibile distinguere ulteriormente tra le forme di capitale umano insite nell'individuo - come istruzione, esperienza, talento naturale, spirito di iniziativa (enterprise) - e quelle di pubblico dominio - come lo stock di conoscenza accessibile.

Tale distinzione è importante in quanto le prime forme di capitale umano, a differenza di queste ultime, non sono facilmente trasferibili agli altri individui, in quanto rappresentano una certa forma di conoscenza tacita.

Seguendo la formulazione del pensiero schumpeteriano distinguiamo quindi il capitale umano in tre componenti<sup>2</sup>:

---

<sup>1</sup> Possiamo notare come le categorie di capitale che ci accingiamo ad analizzare (capitale umano, sociale e le istituzioni) soddisfino anche un altro requisito importante del capitale ovvero il produrre reddito senza essere consumate nel processo produttivo.

<sup>2</sup> Esiste un'ulteriore dimensione del capitale umano che riguarda le relazioni

- human kapital skill (HKS)
- entrepreneurship
- stock della conoscenza (tecnologia).

Con il termine *human capital skill* definiamo il capitale umano visto come stock delle capacità personali a disposizione degli agenti economici. Questo stock, ricordando Schultz, può essere considerato prodotto dell'istruzione, in quanto risulta essere funzione degli investimenti in istruzione<sup>3</sup> e salute.

Molti studi empirici notano come il livello degli investimenti in capitale umano comporti conseguenze positive sulla crescita economica, ma, all'interno di queste affermazioni, bisogna puntualizzare come la qualità degli investimenti conti più della quantità. È inoltre utile anche notare, come messo in luce da Kunzet, che lo HSK cresce storicamente nel tempo relativamente allo stock fisico di capitale.

L'HKS generalmente entra a far parte della funzione di produzione nella forma di 'input di lavoro effettivo' che comprende il tempo dedicato al lavoro ponderato con la sua qualità. Tutto questo può però apparire semplicistico infatti l'impatto del HSK sull'attività economica oltrepassa i miglioramenti diretti del potenziale produttivo del capitale e del lavoro, impatto statico, esercitando un ulteriore impatto dinamico nel senso che la qualità e quantità del HSK può risultare critica nel determinare la capacità di assorbimento degli avanzamenti nella tecnologia.

Quest'ultima dinamica risulta particolarmente importante e critica se si prendono in considerazione le condizioni in cui riversano i Paesi meno sviluppati, i quali non solo devono 'spremere' le spese nei consumi privati per

---

tra gli individui, alla quale in seguito ci riferiremo con il termine capitale sociale e/o capitale istituzionale.

<sup>3</sup> Sia pubblici che privati, questi ultimi riguardano le scelte individuali rispetto all'allocazione del reddito e del trade-off lavoro/tempo libero

stimolare l'investimento in capitale fisico, ma anche indirizzare l'investimento nell'educazione incentrandosi in particolar modo sulla qualità di quest'ultimo piuttosto che sulla quantità.

Passiamo quindi a considerare la seconda forma di capitale umano, l'*entrepreneurship*: termine con il quale ci si riferisce alla capacità equilibratrici e non delle quali degli agenti economici sono portatori all'interno del processo di distruzione creativa illustrato da Schumpeter. All'interno di tale processo, l'*entrepreneurship* svolge un duplice ruolo, attraverso sia la funzione di ricerca del nuovo, e quindi dell'infrangere l'equilibrio stabilito, che quella di rispondere al disequilibrio nel momento in cui questo emerge.

Gli agenti economici infatti svolgono il ruolo di agenti equilibratori, non solo attraverso l'assunzione del rischio, ma, anche, e soprattutto, nel loro ruolo di identificatori delle migliori possibilità di aggiustamento.

Le funzioni basiche degli agenti economici sono infatti, in un ottica schumpeteriana, la riallocazione delle risorse in risposta ai disequilibri del sistema economico in seguito all'introduzione di innovazioni/invenzioni ed il contribuire al processo di produzione proprio attraverso l'introduzione delle innovazioni e/o invenzioni.

Ci sembra che entrambi i ruoli possano essere migliorati attraverso l'investimento in capitale umano, nella forma di miglioramenti nell'istruzione o nella qualità delle informazioni, anche se le dinamiche del processo non sono ancora chiare.

L'idea che le capacità di *entrepreneurship* non siano completamente innate negli individui ma siano sensibili agli investimenti, soprattutto in istruzione, è stata sviluppata da Schultz, che in tal modo estende la teoria schumpeteriano: infatti partendo da questa assunzione riesce ad endogenizzare questa forma di capitale umano all'interno del processo di

crescita.

La presenza delle forme di capitale umano fin qui illustrate appare tanto più importante nel processo di crescita quanto più rapidamente un'economia si modifica e si sviluppa – come ad esempio avviene nei tempi attuali -, assumendo, come puntualizza Landes (1988) - il quale effettua una analisi dal trend di lungo periodo delle 'capacità imprenditoriali' - un costo-opportunità crescente all'aumentare del livello di ricchezza della società.

Infine, nella sua terza forma, lo stock di conoscenza (che può essere inteso in maniera meno rigorosa come la tecnologia<sup>4</sup>) il capitale umano perde le peculiarità che lo identificavano come personale acquisendo le caratteristiche di bene pubblico.

Lo stock di conoscenza è inteso infatti come fattore dell'esperienza maturata dalla società e reperibile in forma di informazione accumulata - in forma di libri, programmi per computer, librerie, banche dati, equipaggiamento etc.

L'accumulazione della conoscenza ha sempre svolto un ruolo prioritario nell'avanzamento del genere umano, lo stesso etimo di "archivio" – dal greco *arkhé* , governo – ne indica l'importanza nella vita quotidiana di una comunità.

Quando l'umanità è passata dall'oralità alla scrittura come nuovo modo di immagazzinare il sapere è stato possibile liberare la mente così da renderla disponibile ad altre operazioni: a interconnessioni sempre più astratte, a pensare il presente assieme al passato. Con il passaggio all'ICT, che rappresenta un innovativo supporto per l'accumulazione della conoscenza, la 'raccolta' del sapere diviene più ricca, nonché collettiva ed interattiva, come appare chiaro dalla definizione che l'inventore stesso del World Wide Web, T. Berners-Lee, dà della rete di Internet "un mare interattivo di conoscenza

---

<sup>4</sup> In quanto per tecnologia si intende lo stato della conoscenze relative ai processi produttivi e ai beni prodotti

condivisa”.

Ricordiamo infatti come caratteristica peculiare dell'ICT, a differenza dei precedenti supporti, sia la possibilità di codificare, archiviare e trasmettere conoscenza in maniera indipendente dai vincoli spazio-temporali ed alla materializzazione fisica delle informazioni. L'influenza dell'ICT riguardo all'accessibilità e la produzione della conoscenza è quindi notevole, ciò nonostante ricordiamo anche come persistente e reale sia il divario tecnologico, e quindi quanto sia ancora utopica e lontana l'ipotesi di libera accessibilità alla conoscenza.

Nell'ambito del capitale umano come stock di conoscenza bisogna notare anche la differenza tra la conoscenza scientifica e la capacità di utilizzare quest'ultima ai fini della produzione tecnologica, differenza che, secondo Romer, si rispecchia nelle differenti fasi di sviluppo tecnologico. Romer nota infatti come l'utilizzo della tecnologia sia importante al fine della crescita in particolar modo nei PVS mentre nei Paesi industrializzati il tasso di innovazione tecnologica sembra svolgere un ruolo maggiore come stimolo alla crescita.

Le tre forme di capitale umano analizzate non sono comunque tra loro disgiunte: l'abilità di una società di utilizzare le caratteristiche di bene pubblico del capitale umano sembrano dipendere criticamente dalla capacità di assorbire gli avanzamenti tecnologici, capacità che a sua volta dipende dagli HKS, importanti nel permettere ad un economia di assorbire i cambiamenti tecnologici. Questi ultimi (gli HSK presenti e disponibili nell'economia) dipendono inoltre dal capitale sociale<sup>5</sup>, dalle strutture

---

<sup>5</sup> “Il capitale sociale è ciò che giace dietro all'organizzazione e legislazione formale” (Coleman), “Il capitale sociale è in opposizione alle istituzioni governative” (Fukuyama)

<sup>7</sup> Un ambiente di regole formalizzate come le leggi, le regolamentazioni e gli standard.

organizzative ed istituzionali<sup>6</sup> che la società crea al fine di produrli, ed inoltre sono manifestazione del grado di conoscenza come stock.

Nel discutere le dimensioni del capitale umano si nota quindi il rapporto biunivoco tra queste e l' 'ambiente sociale', caratterizzato dal capitale sociale, le istituzioni ed organizzazioni in cui è strutturata la società.

Le istituzioni ed il capitale sociale sono strettamente collegate al capitale umano, ma presentano in più importanti caratteristiche di bene pubblico, condivise anche dallo stock di conoscenza insito nel capitale umano.

Le 'istituzioni' ed il 'capitale sociale' sono state a loro volta oggetto di due aree di ricerca distinte: nella letteratura economica possiamo quindi parlare di un approccio istituzionale e di un approccio basato sul capitale sociale. L'importanza del primo riguarda soprattutto la distribuzione della ricchezza tra gli individui.

I principi dell'equilibrio generale appaiono infatti inadeguati per due ragioni. In primo luogo valgono in un mondo in equilibrio, con informazione perfetta e in assenza di costi di transazione, in secondo luogo l'analisi si limita alla distribuzione allocativa tra i fattori di produzione e non riguardo agli individui.

Quest'ultimo fattore appare non di secondaria importanza in una realtà come quella attuale dove, grazie anche all'automazione di molte mansioni, la domanda del lavoro non qualificato come input del processo produttivo è diminuita drasticamente, rendendo l'acquisizione di capitale umano indispensabile affinché un individuo possa godere di uno standard di vita soddisfacente.

La connessione economica più prossima a questo discorso sembra essere allora la correlazione negativa tra ineguaglianza e crescita.

---

6

L'assunzione che gli HSK e la tecnologia possano lavorare in sinergia per influenzare la funzione di produzione appare come un'ipotesi plausibile. Non c'è dubbio infatti che i fattori capitale umano e fisico e progresso tecnico operino spesso congiuntamente: l'accumulazione di capitale, fisico e umano, è veicolo di progresso tecnico, mentre l'introduzione di questo nella produzione richiede spesso, anche se non sempre, investimenti di capitale.

Il progresso tecnico introduce nell'attività economica nuovi processi produttivi e nuovi prodotti e, in quanto stimolo all'investimento, è un importante fattore di crescita economica.

Nel considerare i fenomeni tecnologici si nota però come questi siano stati a lungo considerati dagli economisti come eventi che si manifestano all'interno di una 'scatola nera', ovvero dei quali si conosce l'output ma non le dinamiche interne.

Il legame tra crescita e tecnologia sembra in ogni caso avere radici lontane, si pensi alla bussola che ha permesso di allargare la geografia dei commerci così come le successive innovazioni nei trasporti, alle rivoluzioni tecnologiche interne al settore dell'agricoltura (non ultima la green revolution) solo per citare alcuni esempi.

Interessante riguardo alla tecnologia è l'analisi della sua diffusione. Questa dinamica è generalmente basata su una 'teoria epidemica' la quale cerca di spiegare il ritardo nell'adozione come legato all'incertezza ed alla mancanza di informazioni riguardo alle nuove tecnologie.

La curva di adozione segue quindi un andamento ad S che mette in evidenza come l'apprendimento avvenga in seguito all'osservazione dell'esperienza altrui e come il processo sia stimolato dall'effetto *bandwagon*.

Il sentiero di diffusione sigmoide non è comunque esente da critiche, che riguardano tra l'altro le ipotesi sottostanti tale dinamica – come il

sottintendere una popolazione costante o una velocità costante di diffusione – e l'assenza di una dimensione storica del processo di crescita economica. Come evidenziato dalla 'scuola della dipendenza' all'interno dei modelli di adozione epidemici non viene inoltre presa in considerazione la necessità di un certo livello critico delle variabili di adozione, livello che se assente potrebbe inficiare l'adozione, e che rappresenta il livello delle preferenze dei consumatori.

La staticità dei modelli di diffusione basati sulla domanda, come il modello delle epidemie, può essere inoltre criticato se si considera il problema della profittabilità delle nuove invenzioni.

Questa, ci ricorda Metcalfe, infatti influenza il sentiero di diffusione ma a sua volta quest'ultimo influenza la profittabilità. Il costo di un'innovazione non è più quindi una costante ma segue un determinato sentiero, determinato dal processo stesso di diffusione.

A riguardo bisogna anche tenere in considerazione l'influenza esercitata dagli investimenti passati – che riflettono la dimensione e distribuzione temporale dello stock di capitale tecnologico- e che possono portare ad una temporanea competizione tra tecnologie passate e future.

Nell'ambito della discussione sulla crescita economica si nota come la recente letteratura si distingua, a differenza degli studi sulla crescita portati avanti negli anni '60, per la sua prospettiva internazionale focalizzandosi in particolar modo sulla tendenza alla convergenza o alla divergenza tra nazioni ricche e povere.

Alla questione della crescita può essere infatti associato il discorso sulla realizzabilità o meno della convergenza tra economie che presentino differenti tassi di crescita, nonché un tentativo di spiegare il perché

dell'esistenza di tali differenze.

Parleremo quindi di capitale umano e di tecnologia come fattori di crescita e come possibili spiegazioni delle differenze nei tassi di crescita che portano o no alla convergenza tra economie differenti.

A quali cause possiamo impuntare la differenza riscontrabile nei tassi di crescita? Possiamo considerare la tecnologia ed il capitale umano come fattori determinanti le differenti performance economiche, ed in caso ciò fosse possibile, quale interpretazione della tecnologia si rivela adatta a tale scopo?

All'interno della rassegna di modelli di crescita economica che seguirà noteremo come il progresso tecnologico venga diversamente interpretato: come bene libero "manna dal cielo", come esternalità di altre attività economiche, come risultato della R&S primaria delle imprese.

L'affermazione che la tecnologia sia un bene libero comporta che tutti i paesi possono usufruire della stessa tecnologia, quella prodotta dal paese che si trova sulla frontiera tecnologica. Questa affermazione, per quanto potenzialmente vera, non rispecchia però la realtà dei fatti, la tecnologia viene quindi interpretata come meno pubblica e meno neutrale, questo perché il progresso tecnologico può risultare complementare all'accumulazione di altri fattori. Ciò porta ad analizzare gli aspetti appropriabili o meno della tecnologia e l'esistenza di complementarità. Riguardo all'attuale frontiera tecnologica, rappresentata dall'ICT, è stato messo in luce nel capitolo precedente come l'adozione e la reale profittabilità di tali tecnologie dipenda in maniera non trascurabile dall'esistenza di complementarità con il capitale umano, i cambiamenti organizzativi e l'esistenza di un appropriato sistema finanziario. Inoltre il progresso tecnologico non è sempre neutrale e ciò è sicuramente vero nel caso delle

tecnologie dell'informazione e della comunicazione che presenta caratteristiche di *capital saving* le quali possono portare ad enfatizzare, nell'analisi della crescita economica, il ruolo svolto dall'accumulazione del capitale.

In generale nell'analisi verranno alla luce anche le differenti vie proposte per endogenizzare il progresso tecnologico all'interno del processo di crescita. Questo avviene principalmente attraverso due canali: enfatizzando il ruolo dell'apprendimento o considerando il progresso come l'output di un determinato settore dell'economia.

I limiti e le potenzialità delle varie teorie della crescita che considerano tra i fattori il capitale umano e la tecnologia vengono comunque più chiaramente messi in luce attraverso l'illustrazione dei modelli stessi. Illustreremo quindi brevemente le caratteristiche di ciascun modello, partendo dal modello neoclassico proposto da Solow alla fine degli anni '50, in quanto questo rappresenta il pensiero 'dominante', ovvero il modello che grazie alla sua formulazione è risultato, anche se non esente da critiche, il più accettato.

## **I modelli neoclassici**

L'affermazione che miglioramenti tecnologici continui, nella forma di nuovi beni, nuovi mercati o nuovi processi, siano necessari per ottenere un tasso positivo di crescita dell'output pro capite (già presente in A. Smith) è tanto più valida se si prende in considerazione il modello neoclassico di Solow.

All'interno di questo modello al progresso tecnologico è infatti relegato il compito di contrastare l'effetto dei rendimenti decrescenti, del lavoro e del capitale, che altrimenti potrebbero causare un arresto della crescita economica.

Il modello neoclassico prende in considerazione la produzione di un unico

bene, ottenibile attraverso l'utilizzo congiunto del lavoro, L, e del capitale, K, la cui funzione di produzione aggregata, rappresentata da una Cobb-Douglas  $Y = L^{1-\alpha} K^\alpha$  con  $0 < \alpha < 1$ , mostra rendimenti di scala costanti nel lavoro e nel capitale riproducibile. Tale ipotesi ha senso se assumiamo il livello della tecnologia come dato.

Questa assunzione comporta una visione della crescita economica come un fenomeno temporaneo, nel senso che il tasso di crescita dell'economia sarà determinato nel lungo periodo esclusivamente dalla crescita della popolazione in quanto il rapporto capitale/prodotto, dato in partenza, potrà accrescersi, ad esempio attraverso il capital deepening, producendo un aumento del rapporto prodotto/capitale che tenderà comunque ad annullarsi in seguito all'ipotesi di rendimenti decrescenti.

Il modello neoclassico presuppone che ogni agente offra un'unità di lavoro per unità di tempo e che ci sia pieno impiego. Sotto tali assunzioni l'input lavoro L rappresenta quindi anche la popolazione, che per ipotesi cresce ad un tasso esponenziale pari a  $n = \dot{P} / P$ .

Il coefficiente capitale-lavoro,  $k = K/L$ , può inoltre essere scritto come  $\dot{k} = s f(k) - (n + \delta) k$ , dalla quale risulta che la propensione al risparmio, s, incrementerà il coefficiente capitale/lavoro attraverso il tasso di risparmio pro capite, sy, mentre l'effetto negativo del deprezzamento si espleterà attraverso  $\delta k$ , ammontare del deprezzamento pro capite, al quale si aggiunge la crescita della popolazione che porterà ad una diminuzione al tasso annuale di dimensione nk.

Nel modello, sotto l'ipotesi di rendimenti di scala costanti, la dimensione assoluta dell'economia diviene irrilevante, ma non avviene lo stesso per il suo tasso di crescita. Una più rapida crescita della popolazione infatti tenderà a ridurre l'ammontare di capitale pro capite allo stesso modo di una

più veloce obsolescenza, solo che nel primo caso il capitale non verrà distrutto ma “diluito” tra un maggior numero di agenti.

L'ipotesi di rendimenti decrescenti, considerata nel modello, pone un limite superiore al valore del capitale pro capite al quale lo stock di capitale tenderà a convergere, ovvero un punto di “steady state”, definito dalla condizione di eguaglianza  $sK^\alpha = (n + \delta)k$ .

A tale livello di equilibrio l'output e lo stock di capitale continueranno a crescere al tasso di crescita della popolazione e conseguentemente la crescita, misurata con il tasso di incremento dell'output pro capite, cesserà nel lungo periodo.

In questo modello l'unica spiegazione alla crescita di lungo periodo, osservabile empiricamente, è quindi legata al cambiamento tecnologico che, costantemente, controbilancia l'effetto negativo dei rendimenti decrescenti del capitale e del lavoro.

Per considerare la nuova variabile il modello di Solow introduce allora nella funzione di produzione un parametro di produttività  $A^7$ , che riflette lo stato della conoscenza tecnologica e che cresce ad un tasso  $g$ , valore esogeno che riflette il progresso scientifico.

Il modello di crescita neoclassico predice nel lungo periodo che il Pil pro capite di tutti i Paesi crescerà ad uno stesso tasso di progresso tecnologico, determinato esogenamente. Bisogna ricordare infatti come nella letteratura neoclassica la tecnologia venga interpretata con le caratteristiche di bene libero, accessibile a chiunque “free of charge”. Quest'ipotesi appare comunque discutibile infatti non vengono prese in considerazione le complementarità che possono presentarsi tra adozione delle tecnologie e l'accumulazione di altri fattori della crescita (capitale umano e fisico) né tanto

---

<sup>7</sup>  $Y = (AL)^{1-\alpha} K^\alpha$

meno le dinamiche del trasferimento tecnologico.

Solow non considera inoltre le implicazioni che questa visione induce nelle analisi che considerino il Mondo multi-paese, e tale assunzione è presente in molte ricerche empiriche successive.

L'unica spiegazione ad un ambiente di crescita diversificato appare quindi legata alle dinamiche di transizione verso l'equilibrio. Le condizioni economiche e sociali iniziali nelle quali si trovano i vari Paesi infatti generalmente differiscono per cui i questi presenteranno tassi di crescita differenti all'interno di un processo che li condurrà all'equilibrio di lungo periodo.

Nel modello neoclassico si assume inoltre la libera circolazione internazionale del capitale, la quale sfrutterebbe i profitti differenti nei diversi ambiti fino a riassorbirli.

Il progresso tecnologico, assimilato nella funzione di produzione neoclassica, assume il valore di un incremento nell'offerta di lavoro, la quale crescerà al tasso  $n+g$ , mentre il tasso di crescita dello stock di capitale sarà sempre dato da  $s - \delta$ , risparmi meno deprezzamento.

Anche in questa situazione l'offerta di capitale pro capite, che diviene  $k=K/AL$ , tenderà allo steady state, livello al quale sia l'output che il capitale crescono allo stesso tasso della "popolazione effettiva"  $AL$ , ovvero al tasso esogeno  $g$ . L'economia quindi giungerà ad un livello al quale i rendimenti decrescenti ed il progresso tecnologico si bilanciano ed il coefficiente output/capitale è costante.

Ricapitolando abbiamo quindi il sentiero di crescita dell'economia sarà determinato dal tasso di risparmio,  $s$ , al tasso di deprezzamento,  $\delta$ , e dal tasso di crescita della popolazione,  $n$ , mentre il solo parametro che influenza il tasso di crescita di lungo periodo sarà il tasso esogeno di progresso

tecnologico, g.

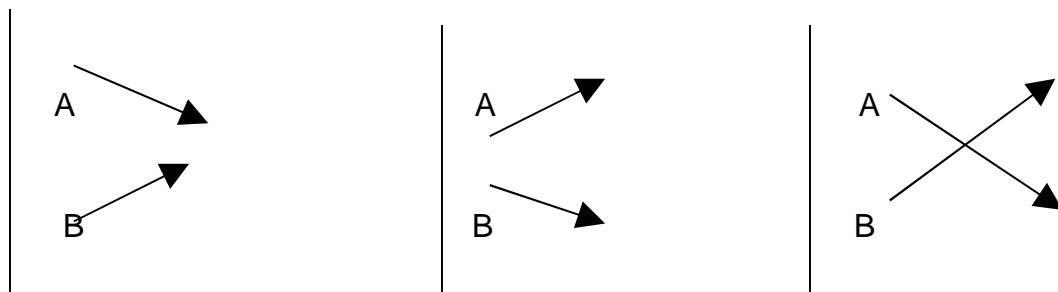
Il discorso della convergenza viene affrontato all'interno del modello neoclassico differenziando due concetti.

Il primo concetto, definito come  $\sigma$ -convergenza<sup>8</sup>, riguarda l'assunzione secondo la quale i Paesi poveri tendono a crescere più rapidamente dei paesi ricchi. Il discorso appare legato al tasso di rendimento del capitale (e quindi al suo tasso di crescita) che risulta maggiore quando lo stock di capitale è piccolo (scarso) e vice versa. paesi che presentano un basso rapporto capitale/prodotto possono aspettarsi un elevato tasso di rendimento del capitale che stimolerà un più alto tasso di accumulazione del capitale e conseguentemente un più elevato tasso di crescita dell'output.

Il secondo concetto è la  $\beta$ -convergenza. Un gruppo di economie converge nel senso di  $\beta$  se la dispersione dei livelli del Pil pro capite dei Paesi considerati tende a decrescere nel tempo,  $\sigma_{t+1} < \sigma_t$ , dove  $\sigma_t$  è la deviazione standard al tempo t del  $\log(y_{i,t})$  tra i.

I due concetti possono essere relazionati<sup>9</sup>, possiamo quindi immaginarci tre situazioni:

- verificarsi sia della  $\sigma$ -convergenza che della  $\beta$ -convergenza,
- assenza di  $\sigma$ -convergenza e di  $\beta$ -convergenza,
- verificarsi della  $\sigma$ -convergenza ma non della  $\beta$ -convergenza.



<sup>8</sup> Qui assoluta, vedremo poi la  $\sigma$ -convergenza condizionale.

<sup>9</sup> Sala i Martin, 1996

a) \_\_\_\_\_ b) \_\_\_\_\_ c) \_\_\_\_\_

**Fig. 4.1** Possibili combinazioni di  $\sigma$  e  $\rho$ -convergenza nel mod. neoclassico

I due tipi di convergenza catturano due aspetti differenti della situazione.

La  $\sigma$ -convergenza riguarda la distribuzione cross country del reddito mondiale ed il suo restringersi o ampliarsi nel tempo.

La  $\rho$ -convergenza invece riguarda la mobilità delle differenti economie all'interno della distribuzione del reddito mondiale.

Nello schema a) e b) il movimento delle varie economie nel tempo cambia la distribuzione finale del reddito. Nel caso c) invece c'è mobilità nella distribuzione ma la distribuzione in se stessa rimane invariata.

Purtroppo la mancanza di convergenza nella distribuzione dei redditi di differenti Paesi appare riscontrabile su vari piani: il grado di ineguaglianza nel reddito cross-country è aumentata ed i Paesi che sono previsti ricoprire i posti più alti nelle future classifiche, in base al livello del reddito pro capite, sono per lo più quelli che li ricoprono attualmente.

La teoria neoclassica considera quindi anche l'esistenza di un altro tipo di convergenza: la  $\rho$ -convergenza condizionata, secondo la quale il tasso di crescita di un'economia è positivamente correlato con la distanza che la separa dal suo livello di steady state.

Il ragionamento suggerisce che tanto più il coefficiente capitale/lavoro è al di sotto del suo livello steady state, tanto maggiore sarà il tasso di crescita del capitale pro capite.

Il modello ci propone quindi una dinamica, detta convergenza condizionale, secondo la quale due economie con uguale tecnologie e parametri  $s$ ,  $\rho$ ,  $n$  (ovvero i determinanti dello steady state), ma differente coefficiente capitale/lavoro, tenderanno a convergere allo stesso livello steady state

attraverso differenti tassi di crescita.

Abbiamo visto come nel modello neoclassico l'unica spiegazione per la differenza riscontrabile nel tasso di crescita tra due economie risieda nell'assumere che  $g$ , tasso esogeno di progresso tecnologico, sia maggiore in un economia rispetto ad un'altra; tale spiegazione non appare però esaustiva finché il valore di  $g$  è considerato come esogeno al modello.

Una spiegazione alternativa consiste quindi nell'osservare la transizione dinamica del modello verso il valore steady state: quando il coefficiente capitale/lavoro è al di sotto di tale valore la sua crescita è più sostenuta e porta ad una più rapida crescita dell'output.

Per migliorare il modello di Solow sono state seguite principalmente due direzioni: la prima consiste nel considerare un  $K$  'allargato', ovvero che non rappresenti esclusivamente il capitale fisico, l'altra consiste nel rendere il progresso tecnico come endogeno.

Sorge infatti il bisogno di superare il limite di un concetto di crescita della produttività associato all'accumulazione del capitale, sia esso fisico che umano, in un modo che però non interagisce con l'esistenza ed il verificarsi di nuove tecnologie.

Introduciamo quindi l'approccio  $AK$ , così chiamato in quanto suggerisce l'esistenza di una classe di modelli nella quale o la tecnologia o il lavoro crescono automaticamente in proporzione al capitale: assumendo una funzione di produzione che si presenta nella forma  $Y = AK$ , con  $A$  costante.

Nel caso in cui sia l'input lavoro a crescere automaticamente in proporzione al capitale ci troviamo nel modello Harrod-Domar con disoccupazione, altrimenti, nel caso in cui sia la conoscenza tecnologica a crescere automaticamente, parleremo del modello Frankel-Romer con pieno impiego.

Consideriamo qui il modello proposto da Frankel nel 1962, e successivamente ripreso attraverso una rivisitazione di Romer nel 1986<sup>10</sup>, nel quale la conoscenza stessa viene considerata come bene capitale che, combinato con altri fattori di produzione, genera l'output finale.

Il sapere come considerato in questo modello può essere conservato ed accumulato attraverso R&S ed altre attività "knowledge-creation", innescando un sacrificio di risorse che darà risultati fruttuosi nel futuro.

Romer afferma infatti che è possibile considerare il capitale K come combinazione di capitale fisico e del risultato degli investimenti in R&S (la conoscenza tecnico-scientifica). La variabile K diviene quindi un aggregato di differenti forme di capitale, compresa la tecnologia, alcune delle quali generano esternalità – ad esempio ogni impresa può imparare osservando l'attività delle altre imprese – che possono essere la causa sottostante alla formazione di certi agglomerati industriali (es. Silicon Valley) e degli hub tecnologici.

Ipotesi plausibile se si pensa a come, nonostante la tanto decantata indipendenza dalla localizzazione spaziale indotta dalle tecnologie ICT alla fine le industrie rilevanti in tale settore sono spesso situate le une vicino alle altre (Silicon Valley, Palo Alto, Bangladore). L'importanza della vicinanza tra le imprese sembra quindi ancora favorita probabilmente per la maggior disponibilità di conoscenza tacita.<sup>11</sup>

La funzione di produzione di ogni impresa è data da  $Y_j = \bar{A} K_j^\alpha L_j^{1-\alpha}$ . Nell'ipotesi che le imprese facciano riferimento ad una stessa tecnologia ed agli stessi prezzi dei fattori, possiamo scrivere la funzione aggregata nella stessa forma  $Y = \bar{A} K^\alpha L^{1-\alpha}$  con  $\bar{A} = A(K/L)^\beta$ , perché lo stock della

---

<sup>10</sup> Dopo essere riemerso in un articolo di Lucas apparso nel 1988

<sup>11</sup> Si ricordi anche l'importanza della localizzazione del 'venture capitalist'.

conoscenza dipende dall'ammontare del capitale pro capite dell'economia.

$\bar{A}$  viene inoltre considerata endogena all'economia e data per ogni impresa. A livello aggregato si è in presenza di rendimenti crescenti del capitale, anche se i rendimenti per ogni industria sono considerati come costanti - rendendo tale formulazione compatibile con un equilibrio competitivo - in quanto le imprese internalizzano un ammontare trascurabile dell'effetto che la propria decisione di investimento esercita sullo stock aggregato del capitale.

Il fatto che né le imprese né gli agenti internalizzino gli effetti dell'accumulazione individuale del capitale sul livello di conoscenza  $\bar{A}$  fa sì che il tasso di crescita di equilibrio sia al di sotto del livello socialmente ottimale.

Solo quando l'esternalità è forte abbastanza da contrastare la presenza di rendimenti decrescenti del capitale a livello industriale, ovvero nel caso  $\alpha - \beta \geq 1$ , ed in presenza di un tasso di risparmio costante, è attuabile una crescita economica e si parlerà di rendimenti sociali crescenti del capitale.

Sotto tale assunzione il tasso di sconto, ovvero i risparmi dell'agente rappresentativo, e la dimensione dell'economia hanno effetti di lungo periodo sulla crescita, da cui l'affermazione che la liberalizzazione dei mercati stimola la crescita.

Romer considera nella sua analisi la massimizzazione dell'utilità intertemporale da parte di un agente rappresentativo il quale non internalizza le esternalità associate alla crescita della conoscenza, assumendo inoltre che l'offerta di lavoro per le imprese sia unitaria ed il tasso di deprezzamento nullo.

Due sono i problemi legati a questi modelli AK, il primo di natura descrittiva, l'altro di natura empirica. Il primo riguarda la crescita che avviene in quanto i

lavoratori aumentano nel tempo la propria produttività in una direzione che però non interagisce con l'invenzione di nuove tecnologie. Il secondo problema si presenta nel momento in cui tali modelli implicano migliori effetti sulla crescita economica per alcune particolari politiche anche se tali effetti sono poi difficili da riscontrare nella realtà.

I modelli fin qui presi in considerazione, modello neoclassico di Solow ed il modello AK nell'accezione di Romer, differiscono riguardo alle ipotesi sui rendimenti del capitale necessari alla crescita economica, decrescenti nel primo e costanti nel secondo, e ciò comporta differenti conclusioni riguardo alla possibilità di convergenza nei redditi pro capite.

Possiamo inoltre riscontrare delle differenze riguardo alle determinanti del tasso di crescita di lungo periodo: nel modello neoclassico questo è determinato da fattori esterni come la crescita della popolazione, o il progresso tecnologico esogeno, ed è indipendente dalle caratteristiche strutturali dell'economia - come la dimensione o il tasso di preferenza intertemporale - le quali determinano esclusivamente il livello dello steady-state; al contrario nel modello AK vi è una forte influenza di tali caratteristiche del mercato sulla crescita di lungo periodo.

Un ulteriore passo avanti si ha considerando un modello di Solow con inclusione del capitale umano, descritto attraverso la funzione di produzione  $Y = K^\alpha H^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta}$ . Questo modello è responsabile di un minore tasso di convergenza allo steady state e risulta consistente con l'evidenza dei flussi internazionali del capitale.

Il modello di Solow modificato, anche se non esente da critiche, sembra spiegare la crescita meglio di una semplice formulazione AK, anche se dal punto di vista teorico risente della debolezza del lasciare il tasso del

cambiamento tecnologico come fattore esogeno ed in più inspiegato.

In generale comunque entrambi i modelli spiegano la crescita ad un alto livello di aggregazione, mentre una più approfondita comprensione del processo di crescita necessita di un'analisi più radicale del legame tra economia, tecnologia e conoscenza.

In un secondo modello presentato da Romer (1990) lo sviluppo nella conoscenza, identificata dal parametro  $A$ , dipende non più dall'apprendimento legato alle esternalità delle imprese ma dal continuo aumento nella varietà degli input utilizzati. Romer formalizza così un'idea già presente in A. Young<sup>12</sup> riguardo al fatto che la crescita sia sostenuta dall'aumentare delle specializzazioni nel lavoro attraverso un maggior numero di attività.

Questa concezione classica dei rendimenti crescenti è basata sulla teoria di A. Smith secondo cui lo sviluppo raggiunto dalla produttività del lavoro in un sistema economico dipende dalla divisione del lavoro in quello stesso sistema, mentre lo sviluppo della divisione del lavoro dipende dall'estensione del mercato. Le specializzazioni sono tra l'altro legate alla nascita di nuove professioni, la quale è resa possibile dal progresso generale della società.

In quest'ambiente comunque le imprese non saranno disposte a pagare i costi fissi associati allo sviluppo dei prodotti se la produzione avviene in un ambiente competitivo, nel quale i profitti sono nulli. Per questa ragione Romer, nella sua teoria del progresso tecnico endogeno, si rifà al modello di competizione monopolistica proposto da Dixit e Stiglitz (1977).

La concorrenza monopolistica è una forma di mercato che presenta tutti i

---

<sup>12</sup> Idea maturata in seguito a studi sulle performance di crescita delle Tigri Asiatiche.

caratteri della concorrenza perfetta<sup>13</sup> tranne il requisito di omogeneità del prodotto. In tale scenario le imprese vendono prodotti simili, cioè atti a soddisfare il medesimo tipo di bisogno, ma che possono essere differenziati nella qualità.

Nel caso in cui la differenza tra prodotti sia artificiale, cioè introdotta volutamente dal produttore, questa può investire la sostanza del prodotto o soltanto l'apparenza, nonché l'ubicazione dell'impresa.

Questa forma di concorrenza si riscontra soprattutto nei mercati dei beni di consumo, dove è più facile l'introduzione di piccole differenze, ma sembra essere presente anche nella produzione personalizzata di massa - che ricordiamo è resa possibile dall'*e-commerce* e dal maggior scambio di informazioni tra produttori e consumatori che ivi si realizza.

Nel modello formulato da Romer le imprese saranno quindi disposte ad assumersi la spesa dei costi fissi per la produzione di un nuovo bene in quanto riceveranno il monopolio permanente nella produzione del bene da esse creato.

L'equazione del modello rimane formalmente identica al primo modello di Romer<sup>14</sup> ma non va sottovalutata la novità dell'introduzione dei rendimenti da monopolio nel settore dei beni intermedi.

Questa novità infatti non solo permette di trattare il problema dei rendimenti crescenti in un modello di crescita, quanto implica che le imprese possano essere impegnate in una attività di ricerca intenzionale - in quanto puntata alla creazione di nuova conoscenza - e di venir ricompensate, con i rendimenti monopolistici, per le innovazioni di successo.

---

<sup>13</sup> Numerosità degli operatori, trasparenza del mercato, libertà di entrata.

<sup>14</sup>  $Y = L^{1-\alpha} \int_0^A x_i^\alpha d\mathbf{i}$ , con  $0 < \alpha < 1$

L'economia accresce quindi la sua produttività in seguito all'introduzione di nuovi beni, che sostituiscono i vecchi input intermedi, e che sono frutto dell'investimento di una quota costante dell'output in R&S.

Il mercato dei beni intermedi può al massimo essere monopolisticamente competitivo attraverso l'assunzione di libera entrata la quale determina il numero degli input intermedi di equilibrio ad ogni intervallo.

La produzione finale avviene attraverso l'utilizzo dei fattori lavoro e beni intermedi ma il lavoro non è utilizzato solo nella parte manifatturiera (L1) in quanto è presente il lato ricerca (L2), si avrà quindi  $L = L1 + L2$ .

La ricerca genererà inoltre un certo numero di licenze per nuovi input intermedi, con una rapidità che dipende sia dall'ammontare aggregato della ricerca che dal numero attuale di licenze, secondo la formula  $\dot{A}/A = \delta L2$ .

Esistono quindi degli *spillovers* all'interno dell'attività di ricerca: tutti i ricercatori hanno accesso alla conoscenza  $A$  incorporata nelle licenze esistenti e tale conoscenza tecnologica è un bene non rivale<sup>15</sup>, anche se può divenire esclusiva nel momento in cui un'impresa nel settore dei beni intermedi paga per l'esclusiva nell'utilizzo della nuova creazione.

Le fonti di incremento nei rendimenti considerate dal modello sono quindi due: differenziazione dei prodotti e *spillovers* nella ricerca.

Un importante limitazione di questo approccio risiede comunque nel non considerare l'obsolescenza dei vecchi input intermedi, che, come illustrato da Schumpeter attraverso la nozione di *distruzione creativa*, risulta essere una componente critica del processo tecnologico e della crescita da esso indotta.

Infatti quando i beni intermedi divengono obsoleti, per il passare del tempo e

---

<sup>15</sup> Il consumo da parte di un agente non ne limita l'utilizzo da parte di altri agenti.

la scoperta di nuovi input, la divisione del lavoro contenuta nell'aggregato A non cresce più sistematicamente nel tempo, cessando di controbilanciare i rendimenti decrescenti.

Ma per formalizzare la nozione di obsolescenza bisogna abbandonare il modello orizzontale di sviluppo dei prodotti proposta da Dixit e Stiglitz per adottare un modello verticale di miglioramenti nella qualità. Ed è proprio quello che ci accingiamo a fare introducendo il concetto di crescita realizzabile attraverso la *distruzione creativa*.

### ***Approccio schumpeteriano***

Abbiamo già accennato al pensiero di Schumpeter riguardo al capitale umano. Cerchiamo qui di ampliare l'approccio schumpeteriano alla crescita economica introducendo il concetto di creazione distruttiva.

Nell'approccio schumpeteriano la crescita economica è vista come risultante di una sequenza aleatoria di innovazioni che inducono miglioramenti nella qualità dei beni - e innovazioni verticali<sup>16</sup> - le quali derivano dalle attività svolta nell'incerto campo della ricerca, incertezza che rende la crescita un fenomeno stocastico.

Ogni innovazione verticale introdotta rende obsolete le vecchie tecnologie o prodotti, attraverso un meccanismo detto di *distruzione creativa*, che porta a due conseguenze. In primo luogo implica infatti una correlazione negativa tra la ricerca attuale e quella futura - una maggiore crescita delle innovazioni accelera il processo di obsolescenza delle innovazioni passate.

In secondo luogo comporta un'esternalità positiva verso la ricerca futura e lo sviluppo, infatti i risultati della ricerca innovativa sono alla portata di tutti i ricercatori e possono essere un valido punto di appoggio per ricerche

---

<sup>16</sup> Definiamo così le innovazioni drastiche

successive.

Consideriamo una popolazione costituita da  $L$  individui con preferenze intertemporali lineari, sotto l'ipotesi che ogni agente produce un'unità di lavoro,  $L$  rappresenterà quindi anche il flusso aggregato dell'offerta di lavoro. L'output dei beni di consumo finali dipende invece dai beni intermedi utilizzati come input,  $x$ , secondo una funzione  $y = AF(x)$ .<sup>17</sup>

In questo modello  $A$  rappresenta il parametro della tecnologia che si accresce di un fattore costante  $\gamma > 1$  al presentarsi delle innovazioni, che si manifestano nella forma di nuove varietà di beni intermedi che vanno a sostituire i vecchi.

Lo stock del lavoro può essere quindi impiegato nella produzione dei beni intermedi di ultima generazione,  $x$  (in quanto il rapporto è di uno a uno), o nella ricerca,  $n$ <sup>18</sup>, indirizzata alla scoperta della prossima generazione di beni intermedi, per cui  $L = x + n$ .

Dato il numero dei ricercatori, le innovazioni si manifestano aleatoriamente secondo una Poisson ( $\gamma n$ ) - con  $\gamma > 0$  parametro che indica la produttività della ricerca tecnologica - permettendo all'impresa che detiene l'ultima innovazione di monopolizzare il settore intermedio fino al momento in cui verrà sostituito dall'innovatore successivo. Ciò che induce le imprese a dedicarsi alla ricerca sono quindi le prospettive di rendimenti da monopolio ottenibili in seguito all'introduzione dell'innovazione stessa.

Come accennato, all'interno del modello si manifestano *spillovers* positivi secondo due direzioni: i rendimenti del monopolio sono generalmente minori

---

<sup>17</sup> Dove la funzione di produzione ha un prodotto marginale positivo e decrescente ed il ricavo marginale del monopolista ( $A(F'(x) + x F''(x))$ ) è decrescente in  $x$ . (possiamo adottare come funzione una semplice Cobb-Douglas).

<sup>18</sup> Il numero di lavoratori dediti alla ricerca è determinato dalla condizione di arbitraggio.

dei benefici dei consumi prodotti dal bene intermedio, effetto di appropriazione<sup>19</sup>, e l'innovazione permette ad un altro ricercatore di dedicarsi all'innovazione successiva, *spillovers* intertemporali<sup>20</sup>.

L'unico *spillover* negativo si presenta nella forma di effetto '*business-stealing*', ovvero nella distruzione, da parte del nuovo monopolista, del surplus attribuibile alla passate generazioni di beni intermedi rese ormai obsolete. Infatti l'impresa innovatrice non internalizza la perdita per la società derivata dall'obsolescenza indotta dalla propria innovazione.

L'innovatore in carica può essere comunque distolto dall'attività di ricerca dal fatto che altri ricercatori possono avere accesso immediato all'attuale livello di tecnologia  $A_{t+1}$  come punto di partenza per la loro ricerca, ed in quanto il valore per l'innovatore in carica di effettuare la successiva innovazione è minore del valore per un ricercatore esterno  $V_{t+2} - V_{t+1} < V_{t+2}$ .

Inoltre un elevato grado di ricerca, necessaria alla scoperta della successiva innovazione, renderà più breve il periodo di monopolio per il creatore di tale innovazione e quindi tanto minore il payoff ottenibile.

Il flusso dei profitti,  $\pi_t$ , e della domanda di lavoro manifatturiero,  $x_t$ , sono determinate dalla soluzione allo stesso problema di massimizzazione dei profitti affrontata dal produttore di beni intermedi che utilizza la t-esima innovazione, il quale è in grado di ricavare l'intero valore attuale netto dei profitti del monopolio prodotti dall'innovazione nel suo periodo di vita

$\pi_t = \max_x [p_t(x)x - w_t x]$  , dove  $p_t(x)$  è il prezzo al quale il t-esimo innovatore

---

<sup>19</sup> I rendimenti da monopolio che stimolano la ricerca rappresentano solo una parte dei guadagni sociali derivati dall'innovazione il resto è surplus del consumatore

<sup>22</sup> Attraverso i quali la tecnologia insita nelle innovazioni può essere utilizzata nelle ricerche successive

<sup>20</sup>

può vendere il flusso  $x$  degli input intermedi al settore dei beni finali e che, nell'ipotesi di settore finale competitivo, sarà pari al prodotto marginale del input intermedio  $x$  nella produzione del bene di consumo ( $x_t$  e  $\pi$  sono entrambe funzioni decrescenti del tasso di salario aggiustato con la produttività).

La soluzione del sistema, formato dall'equazione di arbitraggio e l'equazione del mercato del lavoro, determina un unico equilibrio di steady state secondo il quale l'allocazione della forza lavoro tra produzione dei beni finali e ricerca è stabile così come il tasso dei salari aggiustati con la produttività. Diversamente i salari, i profitti e l'output finale si accrescono di un ugual ammontare,  $\gamma > 1$ , al verificarsi di una innovazione.

Il tasso di crescita medio nell'equilibrio steady state<sup>21</sup> è una funzione crescente della propensione al risparmio, della produttività della ricerca tecnologica e del grado di potere spettante all'innovatore.

Il livello di ricerca di equilibrio aumenta inoltre al diminuire del tasso di interesse - in tal caso infatti aumenta il valore attuale dei profitti da monopolio-, all'espandersi del mercato del lavoro, ad un più elevata produttività della R&S - in quanto riduce i costi della ricerca -, ed all'aumentare del numero di innovazioni.

Riguardo all'analisi della convergenza tra due economie indipendenti il modello basico schumpeteriano appare fortemente distorto nell'affermare la non convergenza.

Il fatto che il parametro tecnologico  $A$  sia maggiore in un paese rispetto ad un altro non implica infatti che il paese con livello tecnologico più basso effettui la prossima innovazione. inoltre, dato che la tendenza a divergere si

---

<sup>2123</sup> pari a  $g = \lambda \hat{n} \ln \gamma$

presenta anche in presenza di uguali valori nei parametri  $\lambda$  e  $\gamma$  le economie tenderanno ad avere un sentiero di sviluppo divergente a fortiori nel caso in cui tali parametri siano differenti.

Nel modello di crescita schumpeteriano l'economia di ogni paese crescerà quindi ad un tasso determinato dai risultati delle ricerche domestiche, anche se, più realisticamente, la ricerca beneficerà della conoscenza prodotta anche negli altri paesi, creando un meccanismo che può permettere alla nazione più arretrata di tentare l'agganciamento.

Tuttavia un'estensione del modello – che punti maggior attenzione ai trasferimenti tecnologici tra le varie nazioni piuttosto che ai rendimenti decrescenti del capitale legati alla sua accumulazione - può far parlare di  $\beta$  convergenza: i paesi maggiormente al di sotto del sentiero dello steady state presentano una crescita più rapida.

Nelle ipotesi di una economia aperta e di una crescita del Resto del Mondo ad un tasso medio  $g$ , ad ogni istante  $\tau$ , la media del parametro della conoscenza mondiale sarà proporzionale a  $A_\tau^* = e^{g\tau}$ .

Se  $A_\tau$  indica il parametro di produttività al tempo  $\tau$  e la prossima innovazione si manifesta nell'intervallo infinitesimale  $(\tau, \tau + \delta)$  si può considerare  $A_{\tau+1}$  come funzione crescente dei parametri  $A_\tau$  ed  $A_\tau^*$ . Data l'esistenza di *spillovers* positivi tra i paesi, e l'esistenza di *spillovers* intertemporali nella conoscenza interna ad ogni paese, se  $F(A, A) = \gamma A$ ,  $\gamma > 1$ , l'economia con  $A = A^*\tau$  non beneficia degli *spillovers* cross-country.

Queste assunzioni possono generare quindi una convergenza condizionata, infatti se  $A_\tau < A^*\tau$  il Paese otterrà un'innovazione superiore alla media  $F(A_\tau, A^*\tau) / A_\tau > \gamma$ , al contrario un Paese con  $A_\tau > A^*\tau$  raggiungerà un'innovazione di dimensioni  $< \gamma$ .

Anche all'interno di questo modello rimangono comunque da considerare i vari potenziali ostacoli agli *spillovers* tecnologici tra paesi più o meno avanzati. Ostacoli che possono riguardare ad esempio la specializzazione o la presenza di cluster nella cooperazione tra i paesi, che la sopra descritta formalizzazione non considera.

All'interno del modello schumpeteriano rimane inoltre da considerare il verificarsi di innovazioni non drastiche, ovvero di quelle innovazioni che si manifestano nel settore intermedio e che non garantiscono al detentore della scoperta di eludere la potenziale competizione dei detentori della precedente patente. L'analisi esposta dell'equilibrio stazionario può comunque essere facilmente generalizzata anche per questo caso.

Il detentore dell'innovazione stabilirà infatti un prezzo monopolistico che non lasci ai precedenti innovatori un margine di profitto e che gli permetta di saturare la domanda del mercato.

Gli approcci fin qui illustrati propongono due differenti visioni del processo di crescita focalizzando l'attenzione uno sulla centralità del processo di accumulazione del capitale e l'altro sulle innovazioni.

Ma questi modelli, il modello neoclassico ed il modello schumpeteriano, appaiono rilevanti per quelle economie che si trovano "alla frontiera" dello sviluppo tecnologico piuttosto che per le economie in generale.

Molto spesso infatti le economie reali, le quali non si trovano tutte a livello di tale frontiera, devono affrontare un problema che non riguarda esclusivamente il dedicare risorse all'innovazione quanto l'adottare le tecnologie sviluppate da altri (dilemma che si presenta oggi riguardo all'ICT).

Nell'ipotesi che tutti gli input intermedi siano importati, e che presentino lo

stesso prezzo, un loro utilizzo ottimale appare caratterizzato da un problema di massimizzazione costi-benefici.

Un ostacolo all'utilizzo dei beni importati è infatti legato alla necessità di "istruire" i lavoratori all'utilizzo della nuova tecnologia introdotta nel processo di produzione: è possibile quindi che la produttività crolli ogni volta che le imprese optano per l'adozione di nuove tecnologie<sup>22</sup>.

Inoltre il prezzo di tali beni, che è esogeno per l'economia, è una determinante importante del tasso di crescita.

Come notato precedentemente il modello neoclassico non è in grado di spiegare le persistenti differenze nel tasso di crescita tra i Paesi in quanto il tasso di progresso tecnologico, che determina unicamente il tasso di crescita di ogni Paese, è dato come esogeno e pari a  $g^{23}$ , mentre sembra più veritiero che la crescita tecnologica dipenda dalle decisioni economiche adottate oltre che dall'accumulazione del capitale.

Il modello di Solow tende a trascurare l'interazione tra l'accumulazione del capitale ed il progresso tecnologico, affermando che le nuove tecnologie sono solitamente incorporate nei nuovi beni capitali. Questa assunzione però tende ad esaltare l'importanza dell'accumulazione del capitale all'interno del modello di crescita in presenza di tecnologie '*capital bias*', come ad esempio sono le ICT.

Nella storia del pensiero economico la funzione di produzione neoclassica ha comunque occupato una posizione strategica: da un lato ha consentito una prima formalizzazione del processo tecnico, dall'altro i limiti di questa

<sup>22</sup> Sembra quindi opportuno riferirsi ad un processo di apprendimento dinamico come il learning-by-doing proposto da Arrow.

<sup>23</sup> Le spiegazioni del divario sono affidate alle differenze nei parametri che determinano lo steady state per ogni singolo Paese o ad una differente posizione iniziale.

formalizzazione ne hanno suggerito importanti generalizzazioni e superamenti.

Prendiamo quindi in considerazione le proposte di Arrow, il quale introducendo il *learning by doing*, considera la crescita del parametro tecnologico A una conseguenza non intenzionale dell'esperienza maturata nel produrre nuovi beni capitali - esperienza esterna sia all'impresa produttrice che a quella acquirente - e di Kaldor, che propone di abbandonare la nozione di funzione di produzione aggregata e la distinzione tra gli incrementi di produttività dovuti al capitale da quelli dovuti al progresso tecnologico - attraverso l'introduzione di una "funzione di progresso tecnico". Diversamente da quanto visto nel modello neoclassico in questi ultimi modelli il tasso di crescita steady-state risulta indipendente dal livello dei risparmi .

### **Approccio Learning by doing**

Fino ad ora è stata esclusa dall'analisi quella parte della conoscenza che si accresce lungo sentieri diversi da quelli della ricerca, la cui esistenza viene invece messa in evidenza con l'approccio del *learning by doing*.

Con questo termine si considerano i miglioramenti e gli incrementi della produttività legati alla diretta esperienza maturata nel settore della produzione, ovvero quei miglioramenti introdotti da chi si trova ad affrontare e risolvere problemi, che non erano stati previsti, all'interno del settore manifatturiero.

Attraverso il *learning by doing* quindi le nuove 'annate' di beni capitali incorporano al loro interno i miglioramenti basati sull'esperienza maturata rispetto ai beni capitali precedenti.

La ricerca può essere così suddivisa in primaria (R&S), che si manifesta attraverso l'introduzione di nuovi prodotti – innovazioni verticali - , e

secondaria (learning by doing), la quale si esplicita in incrementi nella qualità dei prodotti – innovazioni orizzontali. Queste due nature della ricerca svolgono inoltre attività complementari, all'interno di un modello di crescita economica, nel produrre la conoscenza portando così alla definizione di una “conoscenza generale” considerabile nella forma di eredità scientifica, tecnologica e culturale, e potenzialmente disponibile a tutti al fine di creare nuove opportunità.

Il tasso di crescita economica steady state in questo approccio è quindi determinato da un'equazione di crescita che regola l'evoluzione della conoscenza nel tempo e da una equazione di arbitraggio che deriva dalla possibilità per i lavoratori di scegliere l'attività più profittevole (tra produzione e ricerca). All'interno dell'approccio del learning by doing possiamo individuare tre possibili conclusioni al cammino della crescita, dovute a differenti assunzioni circa la natura degli spillovers tecnologici.

Infatti nell'ipotesi in cui il learning by doing sia esterno alle imprese, ovvero nessuna impresa ne internalizza i benefici derivati, A.Young<sup>24</sup> afferma che esiste il rischio che, nel momento in cui le risorse dedicate alla ricerca sono eccessive a discapito di quelle dedicate al learning by doing, si verifichi un potenziale rallentamento del tasso di crescita di lungo periodo.

Quando al contrario si assume che i miglioramenti nella qualità dipendono esclusivamente dal learning by doing interno a ciascuna impresa produttrice, la ricerca - grazie alla propria natura caratteristica di forward-looking<sup>25</sup> - presenta sempre un effetto positivo sulla crescita marginale a livello steady state.

Come terza ed ultima ipotesi, sia il livello della ricerca che il tasso di crescita

---

<sup>24</sup> “Tale of two cities effect” (1992)

<sup>25</sup> La ricerca punta a catturare i rendimenti dei prodotti futuri mentre il learning by doing riguarda esclusivamente i prodotti esistenti.

possono venir incrementati se la produzione dei lavoratori diviene più “adattabile”, ad esempio attraverso una maggiore capacità di passare dalla produzione di vecchi beni ai nuovi o tra ricerca e produzione.

Una maggior sostituzione tra nuovi e vecchi beni incrementa infatti la competitività tra le varie produzioni e la ricerca rendendo la crescita più rapida.

Le ICT sono tecnologie soggette a molteplici usi ed adattabilità differenti (si pensi al precedente discorso sulle possibili applicazioni dalla sanità all'istruzione) ed in quanto il processo di adattamento a tali usi è agli inizi ci si possono aspettare importanti innovazioni derivate dal learning by doing. Inoltre data la quantità e qualità della conoscenza codificata e tacita insita in maniera crescente nei beni di consumo si può parlare anche di un processo di apprendimento legato all'utilizzo delle nuove tecnologie – learning by using.

### **Modello di crescita cumulativa**

Il contributo peculiare di Kaldor risiede invece nella sua idea di progresso tecnico essenzialmente endogeno (a parte una componente di base esogena) ovvero determinato da circostanze attinenti al funzionamento dell'economia, tra cui la presenza delle economie di scala.

Kaldor postula l'esistenza di una ‘funzione di progresso tecnico’ secondo la quale il tasso di crescita della produttività del lavoro è una funzione crescente, ma superiormente limitata, del tasso di crescita del capitale per addetto.

Tale funzione quindi mette in relazione il tasso di crescita dell'output con il tasso degli investimenti il quale riflette il sottostante tasso di ‘nuove idee’ e l'adattabilità della società a queste ultime.

A lungo andare tali tassi si eguagliano per cui il rapporto capitale/prodotto tende alla costanza, ma il loro comune valore risulterà comunque tanto più elevato quanto maggiori sono i tassi di crescita della produttività del lavoro per dati tassi di crescita del capitale per lavoratore (quanto più è alta la funzione del progresso tecnico): circostanza che riflette il particolare dinamismo tecnologico dell'economia.

Un altro tema affrontato da Kaldor nella teoria macroeconomica della crescita è il problema dell'interazione tra produttività e domanda.

Gli elementi essenziali del modello sono due ovvero il collegamento casuale tra la crescita della domanda e la crescita nella produzione (di stampo keynesiano) e l'interazione tra crescita della domanda e crescita della produttività che si esplicita attraverso i rendimenti di scala di Kaldor-Verdoorn.

Quest'ultima interazione si sviluppa attraverso due distinte sequenze casuali. Dal lato della relazione casuale tra la crescita della domanda e la crescita della produttività esistono meccanismi differenti: incrementi statici nei rendimenti di scala, divisione del lavoro legata all'espansione dei mercati, miglioramenti tecnologici incorporati in equipaggiamento specifico o macchinari, *learning by doing*, *learning by using*.

Per quanto riguarda la relazione casuale tra la crescita della produttività e la crescita della domanda i meccanismi di base sono due : uno interno ed uno esterno.

Quello esterno è basato sulle dinamiche di medio lungo termine relative alle esportazioni influenzate da vari fattori esogeni esterni - come l'evoluzione dei mercati esteri e la competitività dei beni importati- ed interni - come il tasso di cambio e i guadagni in produttività. Quello interno riguarda i consumi e gli investimenti privati, a loro volta dipendenti dal reddito reale e dalla sua

distribuzione sociale.

In questo approccio alla crescita cumulativa i cambiamenti tecnologici hanno quindi un ruolo essenziale nella determinazione della dinamica della produzione, della domanda e della produttività.

Il modello non riesce comunque a spiegare il progresso del *catching up* legato alla diffusione internazionale della tecnologia, e la sua potenziale forza all'interno del processo di crescita e di convergenza.

Un limite di tale modello risiede infatti nell'essere basato, riguardo al punto di partenza del processo cumulativo, sull'attività innovativa interna ad ogni Paese, non considerando quindi la diffusione delle innovazioni dai Paesi tecnologicamente più avanzati.

### **Approccio Technology gap**

Il ruolo della diffusione delle innovazioni diviene invece centrale all'interno dell'approccio technology-gap. Secondo tale approccio la capacità domestica di assorbire gli *spillovers* tecnologici esterni è considerata come un fattore chiave nell'interpretare i differenti tassi di crescita delle economie nel tempo e nello spazio.

Questa capacità è un'attività che implica dei costi, associati ad esempio all'investimento nelle capacità indigene (sviluppo delle potenzialità locali), nell'equipaggiamento capitale, nelle infrastrutture, etc, senza i quali si corre il rischio di rimanere arretrati.

La crescita economica viene quindi vista come risultato di una serie di fattori: l'attività economica della paese, la potenzialità di sfruttare tecnologie sviluppate altrove e fattori complementari che influenzano la realizzazione di questo potenziale<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup> Nei lavori empirici sono state ad esempio considerate le infrastrutture

L'approccio technology-gap vede quindi nelle differenze tecnologiche la causa primaria delle differenze nei livelli del PIL pro capite riscontrabile in un'analisi cross-country.

In questo approccio, diversamente da quanto avviene nel modello neoclassico, la tecnologia può presentare delle caratteristiche di bene pubblico ma queste non risultano essenziali.

La tecnologia viene qui considerata come meno pubblica e meno neutrale rispetto alle assunzioni della teoria neoclassica e non si esclude l'esistenza di una complementarità tra il progresso tecnologico e l'accumulazione del capitale (messa in luce da diversi studi empirici sugli aspetti appropriabili e non della tecnologia).

La tecnologia (ed il know how) è qui infatti considerata come incorporata nelle strutture organizzative e pertanto molte volte difficilmente ed a caro prezzo trasferibile tra differenti scenari.

Le imprese, viste come agenti chiave, sono inoltre caratterizzate da differenti combinazioni intrinseche. I cambiamenti tecnologici sono quindi visti come risultato congiunto delle innovazioni e delle attività di apprendimento interne alle organizzazioni, nonché dell'interazione tra queste e l'ambiente circostante. Fattori specifici di ogni paese vengono, infatti, ad influenzare il processo di sviluppo tecnologico, per cui si può parlare di "*national sistem of technology*" all'interno di ogni paese.

A livello mondiale si distingue quindi tra i paesi posizionati sulla frontiera della produzione tecnologica ed i paesi che ne sono al di sotto, parlando di leaders e followers.

---

fisiche, la densità della popolazione, la struttura industriale, e la disoccupazione di lungo periodo, per le prime due è stata notata un impatto positivo sulla diffusione della tecnologia, mentre le ultime due sembrano piuttosto influire sul processo di catching up e quindi sulla performance economica.

Questo non esclude che un *national system of innovation* interno ad un Paese considerato come follower possa condurre ad un nuovo e superiore sentiero tecnologico, anche se l'internazionalizzazione in atto, con la conseguente riduzione dell'importanza dei confini nazionali, ha accresciuto la quota di tecnologia in comune tra differenti paesi<sup>27</sup>, riducendo la possibilità di realizzazione di una tale eventualità.

Il divario tecnologico può essere visto come un'opportunità per i paesi tecnologicamente arretrati, ma comunque è considerato come difficilmente raggiungibile.

Gli ostacoli nel colmare il divario sono infatti molteplici si pensi, ad esempio, a quella parte della società che è restia al cambiamento o al fatto che i *'late starter'* (followers) necessitano di maggior capitale e fattori avanzati rispetto a quelli necessari in un primo stadio.<sup>28</sup>

Le ICT potrebbero rivoluzionare in parte questo discorso: il prezzo decrescente della tecnologia ed i miglioramenti apportati dai continui sviluppi di questa possono infatti portare a nuove soluzioni dai costi non eccessivi. Ad esempio il cablaggio telefonico di vaste aree con agglomerati cittadini tra loro distanti può essere sostituito con le connessioni satellitari o wi-fi, che con il passare degli anni e l'aumento dell'offerta divengono tecnologie economicamente accessibili.

Nell'approccio technology gap il catching up non è comunque considerato come automatico e richiede un ammontare significativo di sforzo ed impegno innanzitutto nella costruzione delle istituzioni.

A riguardo appare quindi lecito introdurre il concetto di 'social capability', con

---

<sup>27</sup> Anche in seguito all'influenza esercitata dalle corporation internazionali

<sup>28</sup> Un esempio storico a riguardo è rappresentato dallo sviluppo tecnologico verificatosi in Inghilterra, durante la prima rivoluzione industriale, e successivamente in Germania.

il quale ci si riferisce a quei fattori che formano le capacità di un Paese di importare ed adottare un progresso tecnologico o organizzativo.

In quanto le tecnologie sono modellate dall'ambiente che le ha sviluppate, Paesi che differiscono sostanzialmente dal Paese sulla frontiera tecnologica - ad esempio riguardo a fattori della domanda, del mercato, etc - possono avere difficoltà nell'adottare la tecnologia del Paese leader nel settore<sup>29</sup>.

I Paesi inoltre differiscono nella storia, nella cultura, nelle istituzioni e nelle dinamiche delle relazioni sociali. E questo non è ininfluente riguardo all'adozione della tecnologia. Le tecnologie ICT sono ad esempio particolarmente sensibili a questo ultimo punto, infatti il software influisce sulle modalità di comunicazione tra gli agenti creandone di nuove (ad esempio la comunicazione peer to peer).

Secondo Vespertagen esiste inoltre, per i Paesi caratterizzati da un ampio divario tecnologico e da bassa 'social capability', il rischio di cadere in una trappola della bassa crescita.

A riguardo egli propone un modello nel quale il Pil pro capite è visto come misura del gap tecnologico, l'istruzione come misura del 'social capability' mentre il numero di patenti caratterizza l'attività innovativa.

L'approccio technology-gap pone quindi la centralità del discorso sul trasferimento tecnologico. È il trasferimento a rappresentare la forza potenziale dietro alla convergenza, operando nel ruolo che precedentemente era stato attribuito al capitale, sia fisico che umano.

Appare lecito quindi domandarsi se gli spillovers della conoscenza siano locali o globali. Nel caso in cui gli spillovers siano globali ci si può aspettare

---

<sup>29</sup> In problema dell'adattamento ad una tecnologia importata è stato trattato anche da Abramovitz come 'congruenza tecnologica', considerando le differenze riguardo a particolari caratteristiche del mercato interno come ad esempio la disponibilità di risorse naturali, l'ampiezza dei mercati, l'omogeneità della domanda.

una convergenza a livello regionale come a livello internazionale, diversamente nel caso in cui gli *spillovers* siano locali possiamo trovarci di fronte alla formazione di cluster economici caratterizzati da persistenti differenze a livello dell'output pro capite.

Se si considera il crescente livello di integrazione economica, che si realizza attraverso gli scambi così come attraverso i nuovi mezzi di telecomunicazione ed Internet, la conoscenza tecnologica viene largamente considerata come globale, ovvero si considera che gli agenti dei differenti Paesi abbiano accesso allo stesso bacino di conoscenza.

Ma anche se le differenze riscontrabili a livello della tecnologia utilizzata in differenti aree risulta consistente con l'ipotesi di un comune bacino di conoscenza, i tassi di investimenti in capitale, sia fisico che umano, e gli incentivi all'adozione delle nuove tecnologie variano considerevolmente tra i diversi paesi, e questo rende la 'conoscenza tecnologica globale' più una potenzialità che una realtà.

Quali questioni sorgono invece se gli *spillovers* si rivelano locali piuttosto che globali? Nel rispondere a tale domanda dobbiamo fare due puntualizzazioni.

In primo luogo l'estensione degli *spillovers* determina l'efficacia nel lungo periodo delle politiche macroeconomiche finalizzate alla crescita del tasso di cambiamento tecnologico di un paese.

Infatti quando la diffusione tecnologica è limitata gli investimenti in R&S di un paese gli *spillovers* positivi hanno un effetto maggiore sulla crescita domestica piuttosto che su gli altri paesi del mondo. Al contrario quando gli *spillovers* sono considerati come perfetti una variazione nel tasso di cambiamento tecnologico non influirà sulla posizione del paese nella classifica mondiale di lungo periodo. In tal caso sorge quindi la questione di come assicurare un livello di efficienza alle politiche nazionali.

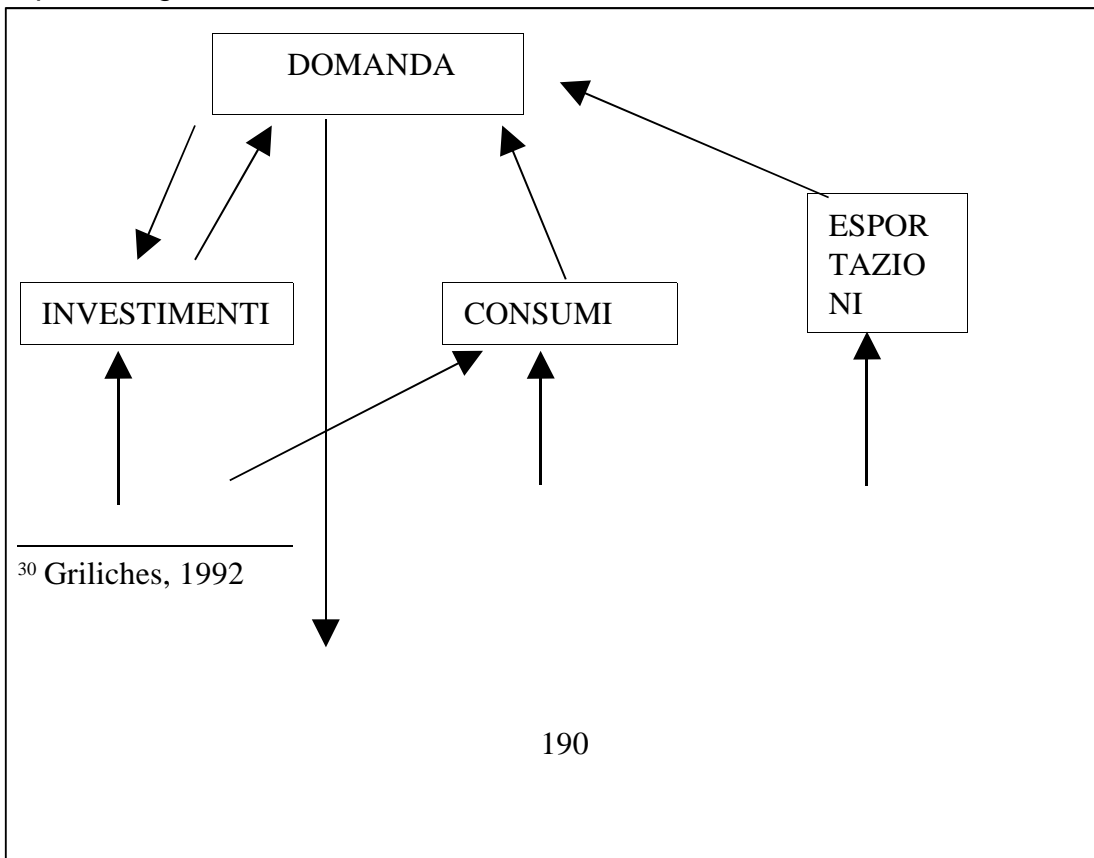
In secondo luogo le differenze tecnologiche influiscono sui vantaggi comparativi e sugli scambi.

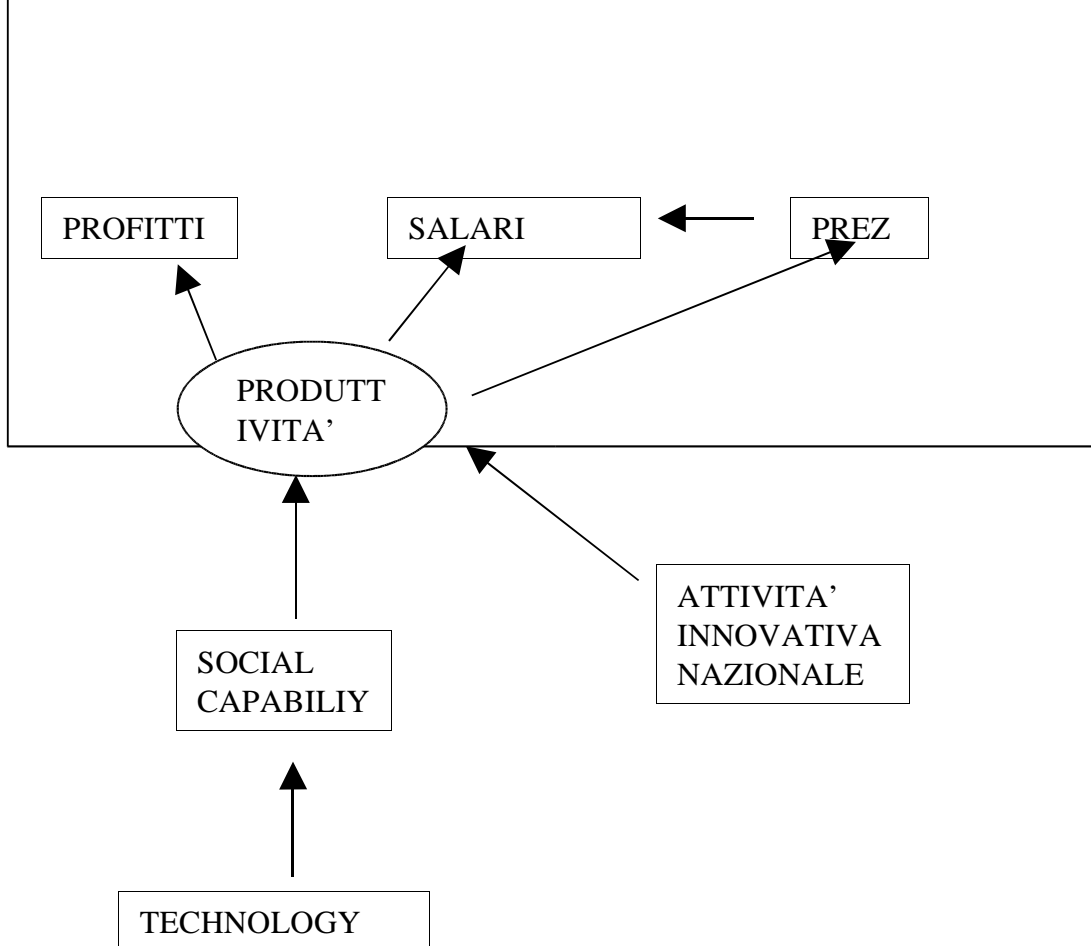
Alcuni studi sugli *spillovers* tecnologici enfatizzano comunque come questi siano spesso geograficamente localizzati<sup>30</sup>.

La convergenza sembra essere, tra l'altro, un fenomeno ristretto a paesi che presentino un simile livello di istruzione così come un simile livello di incentivi alla ricerca. Paesi con livelli di istruzione simili sembrano quindi essere consistenti con un'ipotesi di convergenza tra di loro riguardo al livello di reddito pro capite, diversamente, la convergenza appare più difficoltosa se si considerano anche Paesi che godano di un livello di istruzione superiore.

Un limite dell'approccio technology-gap riguarda comunque il non considerare il meccanismo cumulativo che può essere generato dall'interazione tra la crescita nella produttività e nella domanda, come invece avviene nell'approccio cumulativo alla crescita.

I due processi, quello della crescita cumulativa e dell'approccio technology-gap, appaiono quindi strettamente interrelati e complementari, seguendo Castellacci (2000) tentiamo quindi di considerare congiuntamente il loro operare riguardo alla crescita economica.





**Fig 4.2** Modello integrato tra crescita cumulativa e approccio technology-gap

Un Paese che si trovi al di sotto della frontiera tecnologica, in presenza di alcune caratteristiche strutturali di base necessarie allo sfruttamento delle potenzialità legate alla sua posizione, sembra poter beneficiare del processo di *catching up* attraverso la diffusione di tecnologie create altrove.

Il processo di *catching up* consiste nell'introduzione di nuove tecnologie che influiscono, incrementandola, sulla produttività media dell'economia considerata.

Ma una volta aumentata la produttività iniziale, la maniera in cui i benefici derivati vengono distribuiti tra i ricettori di reddito può stimolare i differenti componenti della domanda aggregata.

Un incremento nella produttività può infatti sia inasprire la competitività nei

prezzi (e quindi stimolare le esportazioni) che influenzare i consumi privati o gli investimenti (a seconda che la distribuzione del reddito favorisca maggiormente i salariati o i redditieri).

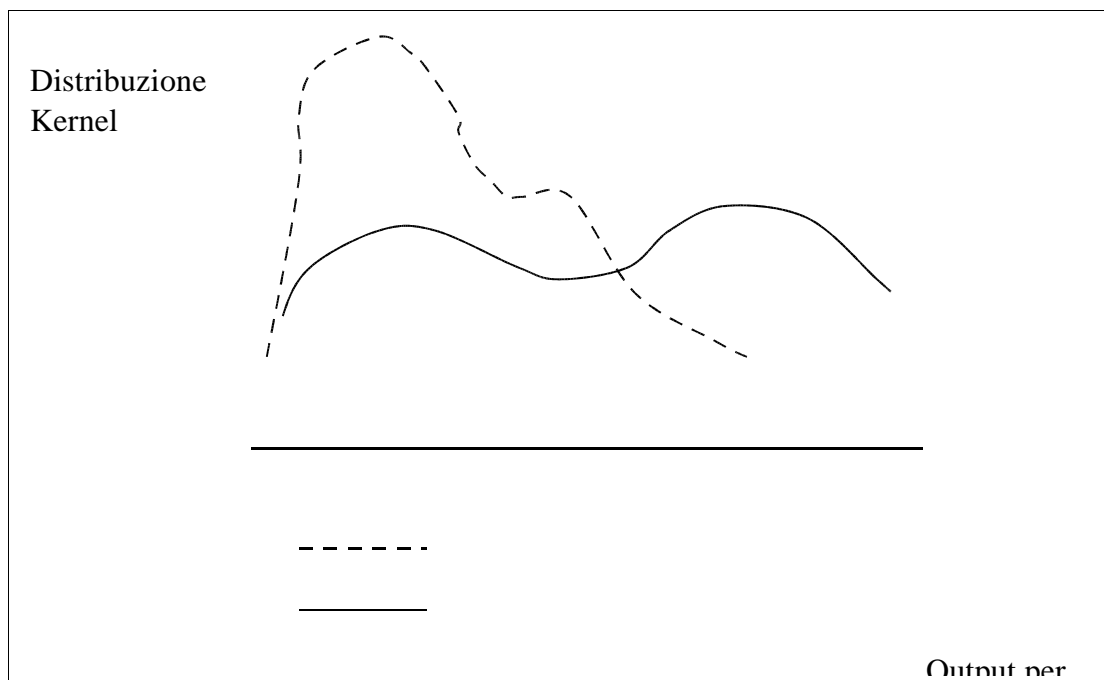
A sua volta una crescita nella domanda aggregata può influire positivamente sulla produttività (attraverso i rendimenti di scala di Kaldor- verdoorn).

Più scettico riguardo alle ipotesi di convergenza appare invece l'approccio proposto da Quah (approccio del 'two club convergence') il quale sottolinea come troppo spesso all'interno dei modelli di crescita economica si faccia confusione tra i meccanismi di crescita (pushing back) ed i meccanismi di convergenza (catching up).

. Quah propone quindi di analizzare l'evoluzione nel tempo dell'intera distribuzione di tre fattori di crescita identificati come :

- cambiamenti tecnologici (variazioni nella frontiera di produzione mondiale, fattore che riflette le potenzialità della tecnologia trasferibile);
  - catch up tecnologico (riflette i movimenti verso la frontiera, a seconda che i paesi adottino politiche legate alla tecnologia e che la riducono o esasperano le inefficienze tecnologiche ed allocative);
- accumulazione del capitale (riflette i movimenti lungo la frontiera).





**Fig 4.3** Distribuzione dell'output per lavoratore 1965-1990 (Kumar e Russell 2002)

Questa ricerca mette chiaramente in evidenza il persistere e la stratificazione verso la formazione di cluster di convergenza, in seguito ai quali la distribuzione del PIL tende a polarizzarsi (si passa da una distribuzione unimodale ad una bimodale) in due picchi, quello dei paesi ricchi e quello dei Paesi poveri

### **Leapfrogging**

Il reddito medio delle Nazioni più ricche del mondo risulta essere più di 20 volte superiore a quello dei Paesi più poveri<sup>31</sup>.

Le ragioni sottostanti tale differenza sono comunque molteplici e non sempre facili da rilevare: l'importanza del capitale umano e fisico nello sviluppo economico è stata recepita dagli economisti, così come l'importanza di

<sup>31</sup> L. Soete (1985)

istituzioni funzionanti riguardo alle norme della cooperazione civile, dei diritti di proprietà e dei mercati. Ma fornire tali fattori è più facile a dirsi che a farsi: il capitale ad esempio ha un costo opportunità nella forma di rinuncia ai consumi, mentre le istituzioni necessitano di tempo per svilupparsi e maturare.

Il reddito relativo tra due Paesi è inoltre relativamente stabile nel tempo, mostrando come sia arduo trovare scorciatoie che conducano rapidamente verso la prosperità economica.

Con l'avvento delle nuove tecnologie ICT si è comunque iniziata a delineare una nuova prospettiva per il leapfrogging, ovvero che le ICT possano rappresentare un mezzo che condurrà i Paesi più poveri ad una maggiore prosperità evitando di passare per le convenzionali fasi dello sviluppo. Ma è reale tale prospettiva?

Per Negroponte<sup>32</sup> “ Internet will change the fact that none of the theories of leapfrog development has so far survived the test of time”, egli infatti vede nelle telecomunicazioni il fattore chiave per l'istruzione e lo sviluppo.

Una spiegazione alla persistente povertà in cui riversano i PVS può essere riassunta, seguendo Romer (1993), attraverso due visioni tra loro distinte.

La prima spiegazione è basata sulla considerazione dell'esistenza di un 'gap di oggetti': secondo tale visione un paese è povero in quanto vi è una mancanza di materie prime, capitale fisico (infrastrutture) e capitale umano nella forma di lavoro specializzato necessario al processo di produzione.

La seconda spiegazione è invece basata sulla considerazione della presenza di un 'gap di idee': un paese è povero in quanto non ha accesso alle idee che, all'interno delle economie dei paesi industrializzati, vengono utilizzate per generare valore economico. In questo contesto con il termine

---

<sup>32</sup> Direttore del MIT Media Lab

idee vengono considerate le 'istruzioni' che sono necessarie al fine di essere combinate con le risorse fisiche nella produzione di beni che abbiano un valore economico.

Queste due tipologie di divario possono presentarsi separate o verificarsi entrambe, le possibilità di colmarle sono comunque differenti.

Ricordiamo a riguardo che le idee, a differenza degli oggetti, non hanno un costo opportunità (o costo di sostituzione), ed inoltre sono qualcosa che può essere data senza rinunciare all'uso della stessa (sono beni non rivali). A queste considerazioni si aggiunga inoltre che le idee il cui valore è indipendente dal mezzo che le contiene, ovvero quelle codificabili in stringhe di bit, possono essere copiate e trasferite ad un costo trascurabile. Il problema quindi sembra essere più di reale volontà di colmare il divario che di possibilità per farlo.

Anche le implicazioni di politica economica sottostanti i due gap, quello degli oggetti e quello delle idee, sono differenti. Il superamento del primo tipo di gap enfatizza il ruolo dei risparmi e degli investimenti, sia in capitale fisico che umano. Il secondo tipo di gap rende centrale il discorso riguardo al trasferimento tecnologico dai Paesi sviluppati a quelli in via di sviluppo.

Possiamo quindi estendere il concetto di gap di idee fino a comprendere il gap nei 'beni della conoscenza' ed in tal caso l'attenzione si volge anche al ruolo della domanda rivolta a tali beni, domanda che fa sì che questi vengano prodotti stimolando il progresso tecnologico e la crescita.

L'influenza della domanda sulla crescita economica risulta poi di maggior rilievo se ricordiamo che i beni ICT riducono la 'distanza' tra produttori e consumatori.

Sorge però a riguardo anche il problema dei diritti di proprietà intellettuale - che nel caso dei *knowledge product* si manifesta con il copyright. Molti

modelli di crescita, i neoclassici ma anche Schumpeter, assumono l'esistenza di un sistema di protezione della proprietà intellettuale.

Dalla diffusione ed utilizzo delle nuove tecnologie informatiche nei PVS e dall'introduzione di tutti quei cambiamenti che seguono il loro utilizzo sono attesi miglioramenti significativi nella produttività dell'economia. Tali incrementi sono requisito importante per portare a termine una crescita di lungo periodo e, dati i minimi valori su cui si attesta la produttività in questi Paesi, i miglioramenti attesi sembrano essere meno ardui da ottenere rispetto alla loro ricerca da parte dei Paesi industrializzati, dove i valori di quest'ultima sono già elevati.

Inoltre grazie alle caratteristiche proprie dei beni ICT, tra cui ricordiamo la trasportabilità (favorita attraverso una riduzione dei costi di transazione), la non rivalità, il costo marginale decrescente, le nuove tecnologie sembrano possedere le potenzialità per supportare un *leapfrogging* tecnologico.

Con questo termine si usa definire la possibilità da parte di un Paese, o di vari Paesi, di evitare alcuni processi di accumulazione di capitale umano ed investimenti fissi, e quindi alcuni stadi intermedi del processo di sviluppo, al fine di ridurre il divario esistente nella produttività e nell'output che attualmente li separa dai Paesi industrializzati.

Anche se tale teoria è stata in parte rifiutata a livello macroeconomico ci sono aspettative favorevoli per il micro.

Nel chiederci se il *leapfrogging* sia realizzabile nei PVS prendiamo spunto da due articoli sull'argomento a cura di L. Soete (1985) e Steinmuller (2001).

Con il processo di diffusione delle ICT alcune innovazioni incrementali possono rivelarsi cruciali e portare in vantaggio tecnologico quei Paesi nei quali la nuova tecnologia si è diffusa in maniera pervasiva. Si possono infatti

prevedere miglioramenti significativi riguardo all'innovazione stessa al procedere della sua diffusione, sviluppi che possono essere autonomi o indotti dal processo di diffusione, ad esempio attraverso informazioni risultanti dall' *user-feedback* e dalla necessità di adattare il prodotto ad un uso che preveda un maggior numero di utenti.

Come ci ricorda Rosemberg (1982) una più ampia diffusione ed applicazione di un'innovazione aumenta significativamente il guadagno ottenibile dall'utilizzo della ricerca.

Se si considerano tali innovazioni come caratteristiche della prima fase di diffusione, un repentino adattamento alle nuove tecnologie potrà portare quindi al raggiungimento di significativi, e remunerativi, miglioramenti nel futuro. In questo caso i Paesi nei quali le nuove tecnologie si diffondono più rapidamente possono trovarsi in una posizione di vantaggio.

Un ulteriore vantaggio nel seguire la politica di *catching up* tecnologico deriva anche dalla rapida riduzione dei prezzi che rende possibile l'acquisto di tecnologia straniera ad un prezzo competitivo.

Vantaggio quest'ultimo che pare tanto maggiore quanto più grande è il divario tra la tecnologia domestica e quella acquisibile dall'estero, come ad esempio fu per il Giappone nei confronti degli USA dopo la Seconda Guerra Mondiale. In tal caso sembra quasi che l'esistenza stessa del divario rappresenti un incentivo sufficiente per una rapida crescita economica.

Possiamo considerare due meccanismi attraverso i quali si esplica la diffusione della tecnologia: il primo riguarda il libero scambio di informazioni scientifiche e tecniche, e segue direttamente dal gap tecnologico ("Technological gap will be thought of as a pump of diffusion"); il secondo consiste nell'importazione di una tecnologia e nella sua diffusione nel Paese. L'acquisizione della conoscenza tecnologica deriva in questo caso dalla

sempre crescente quantità di tecnologia insita nei beni importati, ma a sua volta sembra essere essenziale lo sviluppo di una capacità, da parte del Paese acquirente, di 'assorbire' tale tecnologia, appropriandosene: capacità che spesso dipende da un livello critico di reddito o di *skill* (modello probit).

Dal punto di vista del Paese che adotta la tecnologia straniera la questione non è comunque solo quanto rapidamente adottare la nuova tecnologia. La profittabilità dell'acquisizione dipenderà infatti in molti casi anche da un livello critico di reddito disponibile, nonché dal mercato dell'offerta tecnologica e dalla maturità raggiunta dalla tecnologia in questione.

Secondo L. Soete comunque "the scope for such technological leapfrogging is today probably at its greatest".

La prima ragione di quest'affermazione risiede nell'intenso livello di competizione in cui si trova il mercato, in seguito al rapido susseguirsi delle innovazioni, e che in parte porta al fallimento del sistema di patenti. Questo fallimento è legato al fatto che in caso di infrazione del copyright, dati i tempi delle cause, la sentenza avviene per lo più quando il prodotto è obsoleto ed al fatto che una domanda eccessiva possa richiedere in *second outsourcing* del bene.

Inoltre l'industria elettronica sembra essere caratterizzata da una rapida crescita nella produttività sia del lavoro che del capitale la quale stimola la crescita dell'economia tout court.

Un ulteriore fattore a favore dell'ipotesi del *leapfrogging* è inoltre data dalla natura *capital saving* del cambiamento tecnologico legato all'ICT che limita l'impedimento alla crescita derivante da problemi relativi alla scarsità del capitale (problema non da poco soprattutto per le economie dei PVS che hanno una disponibilità di capitale minima).

Grazie a tale natura molte applicazioni e sistemi di produzione indotti dall'ICT

non necessitano dei massicci investimenti in stabilimenti fissi, infrastrutture o accumulazione di esperienza, quest'ultimo fattore favorito anche dall'effetto di *'deskilling'*<sup>33</sup> insito nei processi automatizzati e nella possibilità di formazione attraverso il *'learning by using'*. Proprio questo effetto *'deskilling'*, messo in atto dalle nuove tecnologie, può essere infine una chiave per risolvere il problema, presente in molti Paesi di nuova industrializzazione ed in via di sviluppo, riguardo alla scarsa disponibilità di capitale umano qualificato.

Streinmuller ci fa inoltre notare come, una volta archiviato il non semplice trasferimento tecnologico, i PVS possano essere favoriti dal basso costo del lavoro, il quale potrebbe rivelarsi un buon vantaggio competitivo nel processo di conquista di nuove quote nel mercato dell'export (che grazie all'ICT si amplia anche nella direzione dei servizi).

Con il termine *'trasferimento tecnologico'* ci riferiamo al processo di adattamento ed imitazione delle tecnologia già in uso. Ma la difficoltà a realizzare tale trasferimento rimane comunque uno delle principali cause della difficoltà di ottenere una crescita sostenibile.

Tra le difficoltà nei confronti del *'trasferimento tecnologico'* ricordiamo prima di tutto che sono pochi i processi così ben specificati da necessitare della sola installazione dell'equipaggiamento al fine di poter trasformare gli input in output finito.

Le tecnologie inoltre spesso richiedono un processo di apprendimento ed adattamento durante il quale avviene la formazione delle competenze necessarie. Le capacità di assorbimento<sup>34</sup> sono comunque spesso più facilmente presenti negli agenti economici localizzati nelle regioni industrializzate: gli sforzi atti alla formazione di tali capacità possono quindi

---

<sup>33</sup> Dequalificazione

<sup>34</sup> In quanto in parte legate all'HKS

rivelarsi una strategia per lo sviluppo economico ed un prerequisito per il *leapfrogging*.

Accade comunque spesso che se il processo di produzione viene radicalmente rivoluzionato dall'introduzione delle nuove tecnologie le capacità accumulate con l'esperienza legata alle passate tecnologie possa divenire superflua. In tal caso il superamento non riguarda quindi esclusivamente le passate tecnologie ma anche gli *skill* ad esse associate.

Una seconda osservazione riguarda il fatto che il trasferimento tecnologico può essere limitato dal funzionamento del mercato (monopolistico e poco sviluppato), soprattutto in seguito all'inasprimento delle regole riguardo alla proprietà intellettuale.

Queste ultime, in seguito alle convenzioni stipulate a livello internazionale (WTO), vengono infatti applicate a livello globale, ed inoltre spesso il detentore del copyright non è facilmente disposto a negoziare il brevetto proprio al fine di esercitare un maggior controllo sui mercati.

La proprietà intellettuale inoltre limita la capacità di imitare o riprodurre le tecnologie esistenti. Tali convenzioni riguardo ai diritti di proprietà intellettuale sono stati concepiti come incentivo all'innovazione e per promuovere lo scambio di conoscenza ma vengono invece spesso utilizzate per bloccare l'accesso a tecnologie di importanza rilevante. Inoltre il WTO attraverso il GATT stabilisce l'ambiente degli scambi internazionali togliendo spazio a qualsiasi politica di assistenza alle imprese domestiche.

Un ulteriore fattore importante per il trasferimento tecnologico è la presenza di collegamenti con gli altri settori industriali dediti alla produzione di tecnologie complementari. Non ultimo deve esistere un mercato per i beni e servizi prodotti con la nuova tecnologia, mercato che spesso differisce tra paesi e paese, infatti i "prodotti della conoscenza" hanno un contenuto

altamente informativo spesso strettamente legato all'ambiente che li ha prodotti ed inoltre l'informazione rilevante non necessariamente coincide nei vari scenari.

Nonostante le ipotesi di *leapfrogging* e del fatto che “this is expected to enable developing countries to reduce gaps in productivity and output between themselves and the industrialized countries” (Mansell, 2001), appare semplicistico affermare che le nuove tecnologie possano eliminare i problemi che affliggono milioni di persone nei PVS.

L'ICT non vanno quindi interpretate come panacea ma come mezzo fondamentale ed indispensabile allo sviluppo soprattutto in quanto influiscono e migliorano le risorse rendendole più efficienti.

Analizzando varie esperienze nell'affrontare la soluzione a differenti problemi, dall'educazione alla salute alla crescita delle imprese, si nota come, se utilizzati nel giusto verso, l'ICT possono avere un notevole impatto nella soluzione e raggiungimento di alcuni obiettivi prefissati.

Riguardo alle strategie di sviluppo seguite da differenti PVS riguardo all'impiego delle nuove tecnologie possiamo notare da una parte una strategia basata su l'ICT considerato come settore economico, sia orientato verso l'esportazione (Costa Rica, Taiwan, India) che nella creazione di capacità domestiche (Brasile, Corea del Sud), dall'altra una strategia che vede l'ICT come mezzo per consentire un ampio processo di sviluppo socio-economico, sia permettendo il raggiungimento di vantaggi competitivi nell'economia globale sia puntando alla soluzione di problemi di base (Sud Africa, Estonia).

Per quanto possa essere utile non abbiamo indagato quale strategia possa rilevarsi la più profittevole per il raggiungimento di una crescita economica

sostenuta nel tempo. Ricordiamo infatti come nonostante sia in atto un processo di globalizzazione sempre più forte i Paesi differiscono nei bisogni e nelle potenzialità e come quindi più che dedurre una 'legge' universale per un efficace impiego dell'ICT sia importante ricercare soluzioni adatte ad ogni singola realtà nazionale.