



Dipartimento di Impresa e Management

Cattedra di Macroeconomia e Politica Economica

# Skills for growth: the role of human capital in economic development

**RELATORE** 

**CANDIDATO** 

Prof.ssa Giovanna Vallanti

Luca Maria Lochi Matricola 230461

Anno Accademico 2020-2021

Alla mia Mamma,

Il tuo Amore e la tua Forza
mi accompagneranno sempre.

# Skills for growth: the role of human capital in economic development

Luca Maria Lochi

#### **ABSTRACT**

Il capitale umano, inteso come l'insieme delle conoscenze e competenze che un individuo accumula durante la propria vita, è uno dei principali fattori della crescita economica. Solo il progresso tecnologico può stimolare la crescita. Nessun Paese può scoprire o adottare nuove tecnologie ed aumentare la produttività senza la presenza di laureati in materie STEM. Il fattore human capital è stato spesso sottovalutato dai tradizionali modelli economici sulla crescita. Il lavoro più recente e attento a cogliere gli aspetti più profondi del capitale umano è quello svolto dalla Banca Mondiale nel 2020 con lo Human capital Index (HCI). Tale indicatore si basa sulla produttività attesa di un futuro lavoratore, dati i rischi di scarsa salute e istruzione dello stesso. Ma in molti Paesi sviluppati non basta considerare queste due componenti per spiegare i differenti livelli di reddito pro capite. Questo studio, allora, vuole aggiustare l'indicatore della Banca Mondiale per una componente "scientifica" dell'istruzione, intesa come la percentuale di laureati in materie STEM. Con questo aggiustamento, ho creato il Basic Scientific-adjusted Human Capital Index. Inoltre, dal momento che i tassi di utilizzo dei laureati in materie STEM variano di Paese in Paese, ho completato quest'ultimo indicatore per la percentuale di occupati nel settore dei servizi, il quale beneficia maggiormente dei laureati STEM. In questo modo, ho creato il mio secondo indicatore: Full Scientific-adjusted Human Capital Index. Entrambi gli indicatori da me costruiti sono disponibili per 40 Paesi ed estendono l'interpretazione dell'indicatore della Banca Mondiale sulla crescita economica futura: l'inverso dell'indicatore di un Paese rappresenta la prospettiva di crescita del PIL pro capite, in caso di completa istruzione "scientifica", pieno tasso di utilizzo dei laureati STEM e ottima salute. Infine, l'evidenza empirica da me realizzata ha evidenziato la forte correlazione tra il livello di PIL pro capite di un Paese e il valore dei miei due indicatori di human capital, migliorando i risultati ottenibili dall'applicazione dello HCI della Banca Mondiale.

# Indice

Skills for growth: the role of human capital in economic development (ABSTRACT)	4
Introduzione	1
CAPITALE UMANO E CRESCITA ECONOMICA	4
1.1 Il capitale umano: definizioni	4
1.2 STEM fields e crescita economica	6
1.3 Il capitale umano nei modelli di crescita economica	9
1.3.1 La crescita esogena: il Modello di Solow	10
1.3.1.1 Il modello di Solow ampliato con il capitale umano	17
1.3.2 Teorie di crescita endogena: i modelli di Romer e Lucas	19
MISURARE IL CAPITALE UMANO	22
2.1 La misurazione del capitale umano in letteratura	22
2.2 Human Capital Index 2020	25
2.2.1 Componenti dello HCI	26
2.2.2 La relazione tra Human Capital Index e crescita economica futura	34
2.2.3 Limiti dello Human Capital Index.	35
2.3 Fatti Stilizzati	39
SCIENTIFIC-ADJUSTED HUMAN CAPITAL INDEX (SHCI): EVIDENZE EMPIRICHE	41
3.1 Inquadramento concettuale	41
3.2 Dati e Misurazioni	42
3.2.1 Basic SHCI	43
3.2.2 Full SHCI	46
3.2.3 Confronto tra SHCI e HCI	50
3.3 Relazione tra SHCIs e crescita economica futura.	52
3.4 Caveats e Conclusioni	53
Bibliografia	57

# **Introduzione**

Viviamo in un mondo di ricchi e poveri. La sorprendente differenza di reddito pro capite tra Paesi è una delle problematiche più impressionanti al giorno d'oggi. Tali differenze sono dovute alla crescita economica che ha caratterizzato gli ultimi due secoli. Prima del 1800, infatti, le disparità di reddito pro capite tra i Paesi erano molto meno accentuate, a causa della assenza di crescita negli standard di vita della popolazione globale. Oggi, i Paesi poveri hanno ancora standard di vita vicini a quelli del 1800, mentre i Paesi più ricchi vedono i loro *living standards* crescere senza sosta. La letteratura economica tradizionalmente accettata sulla crescita trova difficile applicazione nei dati, nel senso che spiega solo parzialmente le disparità nel mondo in termini di PIL pro capite.

La crescita economica è un tema che mi è sempre stato vicino per vari motivi. Anzitutto, per il suo significativo impatto sul benessere di tante persone. Mi sono sempre interrogato sulle cause del benessere di una popolazione, e prima ancora sul legame più o meno forte tra benessere economico e felicità delle persone. In fondo, penso sia quest'ultima la vera meta della crescita di un Paese. In secondo luogo, la crescita economica mi ha appassionato perché è una storia in corso, il cui finale non è ancora stato scritto. Il passare del tempo fornisce nuovi dati, nuovi eventi storici e nuovi esperimenti politici. Inoltre, è un campo di ricerca attivo e, per questo, molto stimolante. Nuove idee sono continuamente proposte, dibattute e testate con i dati. Questi ultimi, rappresentano la prova del nove di ogni teoria economica: nessuna teoria o modello economico può essere accettato senza un qualche riscontro nei dati. Infine, difficilmente avrei potuto approfondire l'argomento senza l'entusiasmo e la motivazione che la professoressa Giovanna Vallanti ha saputo donarmi. Il suo costante supporto nel corso di Macroeconomia e durante la stesura della mia tesi è stato una determinante essenziale per la riuscita di questa ricerca.

Alcune domande alla base del mio studio sono state le seguenti: Perché le economie crescono? Perché alcuni Paesi sono ricchi ed altri poveri? Quali sono le cause di questo gap di reddito? L'obiettivo della mia ricerca è stato, dunque, quello di capire la vera determinante delle differenze di crescita economica tra Paesi, a partire dai modelli già esistenti e dalle ricerche svolte da Organizzazioni Internazionali. In particolare, il fattore sul quale si è concentrato il mio lavoro è il capitale umano, nella sua accezione più qualitativa. Il patrimonio di conoscenze, competenze e abilità di cui le persone sono dotate è l'elemento fondamentale della crescita del reddito e di sviluppo economico e sociale. Esso contribuisce ad aumentare la produttività, sia direttamente accrescendo le

capacità della forza lavoro, sia indirettamente, incentivando la scoperta di tecnologie più avanzate. Su questo secondo tema desidero soffermarmi, per la visibile rilevanza del progresso tecnologico nel mondo in cui viviamo e per i suoi effetti sui livelli di crescita delle economie. Il progresso tecnologico è stato il volano dello straordinario guadagno di benessere economico e sociale di cui ha beneficiato gran parte dell'umanità, pur se con differenze di cui ho accennato poc'anzi. Tale progresso ha contribuito a migliorare le condizioni di vita delle persone, ma ha anche modificato il funzionamento delle nostre economie. In altre parole, sono diminuite le prospettive di reddito dei lavoratori meno qualificati, a vantaggio dei lavoratori con specifiche skills. A questo punto, la questione da sollevare riguarda quali siano le competenze richieste per sfruttare appieno le opportunità offerte dal progresso tecnologico. Di fronte alle sfide imposte dall'affermarsi delle nuove tecnologie e della rivoluzione digitale cui assistiamo nel nostro tempo, sono convinto che investire in istruzione *STEM* (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), costituisca il fattore prioritario ed essenziale per la crescita economica e sociale.

La letteratura economica già esistente non approfondisce da un punto di vista qualitativo il capitale umano. Quest'ultimo, infatti, viene considerato omogeneo tra Paesi, oppure costituito esclusivamente da elementi quantitativi (*years of schooling*). Da un lato, i modelli di crescita esogena ed endogena si concentrano su fattori quali il capitale fisico, forza lavoro e produttività che non spiegano del tutto perché alcuni Paesi crescono meno di altri. Dall'altro lato, anche i modelli che includono il capitale umano (*The augmented Solow Model*) non trovano validità nei dati, in quanto prescindono da alcuni elementi cruciali circa la qualità del capitale umano. Considerando lo studio più recente (2020) della Banca Mondiale, l'indicatore di *human capital* costruito rappresenta sicuramente un passo avanti nel tentativo di endogenizzarlo nei modelli di crescita. Tuttavia, anche tale indicatore non considera fattori qualitativi determinanti la crescita delle economie sviluppate.

Ho voluto, pertanto, studiare l'effetto del capitale umano prodotto da una formazione scientifica sulla crescita economica dei Paesi, attraverso la costruzione di due nuovi indicatori che tengono conto sia della componente qualitativa dell'istruzione scientifica (*STEM graduates*) e il suo relativo tasso di utilizzo per Paese. L'evidenza empirica sostiene la mia *research question*, dimostrando che un capitale umano formato da scienziati ha un notevole impatto sul reddito pro capite dei Paesi e rappresenta un fattore cruciale per la crescita delle economie. Non solo. I benefici dell'investimento in capitale umano non si esauriscono con quelli di natura materiale. Come ho detto in precedenza, investire in conoscenza contribuisce anche all'innalzamento del senso civico e del capitale sociale, fattore cruciale del benessere dei cittadini.

Nel capitolo 1 affronto la relazione tra crescita economica e capitale umano in base alla letteratura esistente, sia in termini di modelli di crescita esogena ed endogena, sia come definizioni e cenni di storiografia del concetto di capitale umano.

Nel capitolo 2 sviluppo gli aspetti relativi ai modelli di misurazione del capitale umano in letteratura, con un focus particolare sullo studio della Banca Mondiale relativo allo Human Capital Index (HCI).

Nel terzo e ultimo capitolo racconto il processo attraverso il quale giungo a modificare l'indicatore costruito dalla Banca Mondiale, per definire i due nuovi indicatori, Basic Scientificadjusted Human Capital Index e Full Scientificadjusted Human Capital Index, a partire dai quali ho analizzato gli effetti sulla crescita. L'evidenza empirica, svolta con il software *Microsoft Excel*, dimostra la forte correlazione tra i nuovi indicatori da me costruiti e il livello di PIL pro capite dei Paesi analizzati.

Naturalmente, la mia ricerca non è il punto di arrivo nello studio del capitale umano e del suo nesso con la crescita economica. Se così fosse, la materia di cui tratto perderebbe il suo essere in divenire e, probabilmente, le differenze di benessere tra Paesi sarebbero state già colmate da tempo.

Sono certo che i lettori potranno trarre da questo studio un desiderio di approfondimento delle questioni intorno alle quali si è sviluppato il mio racconto e che aprono a nuove e diverse piste di ricerca.

### **CAPITOLO 1**

# CAPITALE UMANO E CRESCITA ECONOMICA

# 1.1 Il capitale umano: definizioni

Il termine capitale umano, di cui da lungo tempo fanno uso gli economisti e in particolare gli economisti del lavoro, è ormai entrato nel linguaggio comune, anche se è spesso abusato ed esprime un'idea forse eccessivamente meccanicistica. Ci si sofferma soprattutto sull'istruzione e formazione di un individuo, ma il concetto è più ampio. Vi concorrono molte altre dimensioni: non solo le capacità cognitive derivanti dal patrimonio di conoscenze, competenze e abilità tecniche, ma anche quelle non cognitive, quali il team-work, il problem-solving, le capacità comunicative, la motivazione e le attitudini verso il futuro. Il capitale umano comprende tutto ciò che influenza la capacità degli individui di creare reddito: la salute fisica e mentale ne è una determinante fondamentale. <sup>1</sup>

Più in generale, con il termine "capitale" si indica normalmente qualsiasi forma di ricchezza che consente di ottenere, dal lavoro proprio o altrui, un profitto o sovrappiù. Quest'ultimo può essere definito come quel che resta del prodotto sociale (tutto ciò che in un'economia viene prodotto in un dato periodo di tempo), una volta reintegrati gli input utilizzati per la produzione: capitale fisico e capitale umano. Il capitale fisico comprende macchinari, impianti, installazioni, fabbricati e, in senso lato, la tecnologia in essi incorporata. Viceversa, il capitale umano è l'insieme delle "conoscenze, abilità, competenze e altri attributi degli individui che facilitano la creazione di benessere personale, sociale ed economico".<sup>2</sup>

Un excursus storico ci consente, forse, di cogliere il senso autentico del capitale umano. Il primo autore ad occuparsi degli aspetti soggettivi del lavoro è stato Adam Smith nella sua celebre opera "La Ricchezza delle Nazioni" del 1776. L'economista scozzese rapporta il capitale umano al capitale fisico ed attribuisce l'esistenza di differenze nella retribuzione dei lavoratori all'esigenza di compensare i costi per l'acquisizione di determinate conoscenze e qualifiche:

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> I. Visco, Intervento del Governatore della Banca d'Italia presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore, sede di Roma, gennaio 2015.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> OECD, The Well-being of Nations: The Role of Human and Social Capital, 2001.

"Quando viene montata una macchina costosa, ci si deve aspettare che il lavoro straordinario che essa eseguirà prima che sia logora, rimpiazzi il capitale in essa investito con almeno i profitti ordinari. Un uomo istruito a costo di molto lavoro e tempo in una qualsiasi di quelle occupazioni che richiedono straordinaria destrezza e abilità può essere paragonato a una di queste macchine costose. Ci si deve aspettare che il lavoro ch'egli impara ad eseguire, oltre ai salari usuali del lavoro ordinario, lo ripaghi dell'intero costo della sua istruzione almeno al profitto ordinario d'un capitale di uguale valore. E questo deve avvenire in un tempo ragionevole, tenuto conto della durata assai incerta della vita umana, alla stessa stregua che si tiene conto della durata più certa della macchina".

Se in una società preindustriale il contributo della manodopera al processo produttivo poteva essere facilmente misurato in termini di ore di lavoro, la rapida evoluzione tecnologica ha generato una forte eterogeneità nei contributi alla produzione forniti da diversi lavoratori. La capacità produttiva di una forza lavoro istruita, infatti, è ovviamente diversa da quella di una popolazione con alti livelli di analfabetismo. Così come il contributo a un processo produttivo di una macchina da scrivere non può essere assimilato a quello di un computer di ultima generazione, un'ora di lavoro di un operaio non specializzato non può essere assimilata a un'ora di lavoro di un impiegato qualificato in grado di utilizzare tecnologie avanzate. Appare quindi evidente la necessità di disporre, accanto a una misura del valore dei macchinari e degli altri beni utilizzati come input in un processo produttivo, anche di una stima del valore della forza lavoro, che riesca a tenere conto sinteticamente delle diverse abilità e capacità dei lavoratori.

Sebbene la maggior parte degli studiosi di scienze sociali concordino sul fatto che le conoscenze e le abilità sviluppate attraverso l'istruzione concorrano a creare capitale umano, dall'altro lato una quota consistente di studiosi umanistici è ancora restia ad accettare l'idea che le persone possano essere considerate capitale. Quest'ultima parte di studiosi si giustifica attraverso ragioni etiche, secondo cui l'idea di capitale umano è degradante per il fatto che l'educazione non ha un fine economico, ma culturale e personale. In altre parole, l'istruzione deve servire allo sviluppo della persona umana perché permette all'uomo di valutare adeguatamente ciò che ritiene importante per la sua vita.

In ogni caso, la cornice di riferimento nella quale oggi si muove il concetto di capitale umano è rappresentata dalla "knowledge economy" o economia della conoscenza. Quest'ultima espressione eredita il mito della "new economy", entrato in vigore grazie alla globalizzazione delle informazioni. Ma la conoscenza non è sinonimo di informazione. Illuminante è la distinzione operata da Foray tra

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> A. Cegolon, *Il valore educativo del capitale umano*, 2012.

informazione e conoscenza: "la conoscenza fornisce a chi la possiede la capacità di agire. L'informazione prende la forma di dati che rimangono passivi fin quando non sono usati da qualcuno che possiede la conoscenza per interpretarli ed elaborarli".

Il concetto di "knowledge economy" va quindi inteso nel senso più ampio rispetto a quello di società dell'informazione. In altre parole, è plausibile affermare che l'economia della conoscenza può essere definita come l'insieme delle competenze necessarie per utilizzare la miriade di informazioni disponibili.

In linea generale, possiamo parlare di economia della conoscenza ogniqualvolta la conoscenza genera valore economico. In questi casi, il lavoro umano non è utilizzato per trasformare le materie prime in prodotti finiti, ma genera le conoscenze innovative che saranno utilizzate per trasformare tali materie prime in prodotti finiti in maniera più efficiente. Non solo. Le conoscenze innovative possono creare un nuovo tipo di prodotto, in precedenza inesistente. Oppure personalizzare il prodotto, rendendolo più vicino alle esigenze dei consumatori. Non c'è un bene che sfugga a questa logica: dall'agricoltura, al turismo, all'abbigliamento, agli strumenti di uso quotidiano.

Si assiste, dunque, ad un processo di smaterializzazione del lavoro. Quest'ultimo non è più, salvo nei paesi arretrati, di tipo materiale (uso della forza muscolare per trasformare fisicamente la materia prima in prodotto finito), ma è cognitivo (mentale) perché usa le conoscenze disponibili per produrre altre conoscenze, portatrici di utilità<sup>4</sup>.

Per concludere, le idee sono le vere determinanti del progresso tecnologico: l'invenzione del microprocessore, la scoperta della struttura del DNA, e così via non sono altro che il risultato di un processo trainato dalle forze economiche e dalla ricerca scientifica, riassumibile nell'attività di Ricerca e Sviluppo svolta dalle imprese. Queste ultime investono in R&S per le stesse ragioni per cui acquistano macchinari o impianti: per aumentare i propri profitti attesi. Tuttavia, c'è una notevole differenza tra l'acquisto di un macchinario e una maggiore spesa in R&S. La differenza è che i macchinari e gli impianti sono statici, con obsolescenza programmata. Le idee, e soprattutto le idee condivise, conducono a progetti, invenzioni e nuove opportunità di crescita.

#### 1.2 STEM fields e crescita economica

Dopo aver esaminato le varie definizioni di capitale umano e prima di passare in rassegna le principali modalità di misurazione dello stesso, che faremo nel capitolo successivo, è opportuno

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> A. Cegolon, *Il valore educativo del capitale umano*, 2012.

soffermarci sulla relazione tra il modello di istruzione STEM e la crescita economica. In particolare, nell'ambito dello Human Capital Index (HCI) costruito dalla Banca Mondiale, si vuole indagare sulle potenzialità, in termini di maggiore crescita economica, prodotte da una integrazione del suddetto HCI che faccia riferimento alla percentuale di laureati in materie STEM.

In un contesto sempre più globalizzato, l'interconnessione tra attività economiche svolte in diverse aree del mondo è un fenomeno senza ritorno. Resa possibile dai progressi tecnologici, la globalizzazione ha portato due inevitabili conseguenze. La prima di queste è la necessità di governare tali tecnologie e quindi, una crescente competitività economica tra le economie più sviluppate. Come farvi fronte? L'innovazione è ritenuta l'unica soluzione alla crescente pressione competitiva tra i Paesi. Dall'altro lato, la seconda conseguenza è l'aumento di valore delle capacità relazionali degli individui. Infatti, la conoscenza di base (*academic knowledge*) da sola, non garantisce soluzioni per le sfide sociali ed economiche del momento.

Anzitutto, è necessario comprendere il significato di innovazione. Si definisce innovazione la traduzione delle scoperte scientifiche in prodotti o know-how per rispondere alle sfide sociali più urgenti<sup>5</sup>. Paesi diversi si relazionano in modo differente con l'innovazione.

A livello mondiale, in funzione della capacità di un paese di innovare, si distinguono due sottocategorie di paesi: *leaders* e *followers*. Rispetto alla frontiera di produzione tecnologica, i primi si posizionano al di sopra mentre i secondi al di sotto. Chi parte da condizioni svantaggiate è lontano dalla frontiera tecnologica, ma può avvicinarsi alla stessa imitando le tecnologie già utilizzate nei Paesi innovatori. L'espressione utilizzata nel linguaggio tecnico per descrivere questo fenomeno è definita *catching-up*. In media, i *less developed countries* (LDCs) sono *technology adopter*, nel senso che assorbono o imitano una tecnologia scoperta altrove. Al contrario, i *more developed countries* (MDCs) sono per definizione *technology innovator*. <sup>6</sup>

Una prima superficiale affermazione è quella secondo cui gli *skilled workers* sono più adatti ad economie *technology innovator*. Viceversa, gli *unskilled workers* sono più adatti ad adottare tecnologie, perché l'adozione è più semplice dell'invenzione.

Ad una più attenta e approfondita analisi, ci sono molte ragioni per ritenere che gli *skilled workers* sono fondamentali anche per la crescita economica dei Paesi in via di sviluppo.

In primo luogo, l'adozione di tecnologie non è un *free lunch*, disponibile a tutti. Tale attività richiede conoscenze e di conseguenza *skilled workers* piuttosto che *unskilled workers*. Infatti, la strada per la

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Autori Vari, STEM Graduate Students' Development, *Journal of College Science Teaching*, 15 marzo 2020.

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> OECD, Skills for growth: human capital composition and economic performance, febbraio 2016.

crescita non consiste nella quantità di tecnologie imitate, ma nella adozione in modo smart e innovativo delle tecnologie per ottenere risultati più efficienti.

In secondo luogo, alcune tecnologie sono molto più difficili da adottare rispetto ad altre, ma allo stesso tempo sono quelle più profittevoli, che stimolano, cioè, la crescita economica.

Per poter sopportare tanto l'innovazione, quanto l'imitazione, occorre un capitale umano formato da scienziati.

Le figure professionali specializzate in *STEM fields* (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) guidano entrambe le conseguenze della globalizzazione grazie alle capacità di comprendere e processare informazioni, di effettuare analisi quantitative, e di padroneggiare le ICT (Information and Communication Technologies). <sup>7</sup>

I laureati STEM, infatti, non sviluppano solo *academic skills*, che permettono di comprendere le discipline studiate secondo un tipo di istruzione *I-shaped*, ma anche *T-shaped skills*. Come rappresentato visivamente nella Figura 1, quest'ultima tipologia di sviluppo professionale crea laureati in grado di affiancare le conoscenze di base con abilità di leadership e comunicazione con l'obiettivo di risolvere sfide complesse.<sup>8</sup>

Foundational/Discipline Knowledge & Research (Depth) (

Figura 1

Source: Autori vari, STEM Graduate Students' Development, Journal of College Science Teaching, 15 marzo 2020

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> A. Mantovi, *Capitale umano e crescita economica*, Capitale Intellettuale (rivista di cultura aziendale), 3 febbraio 2015.

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Autori vari, STEM Graduate Students' Development, Journal of College Science Teaching, 15 marzo 2020.

Dal Rapporto di Marginson et al. (2013) emerge una stretta e positiva relazione tra i Paesi con economie leader e quelli con i sistemi di istruzione basati sulle materie scientifiche. In effetti, i modelli economici sulla crescita identificano una relazione tra le abilità cognitive in STEM e lo sviluppo economico di lungo periodo. In particolare, Atkinson e Mayo (2010) hanno analizzato la rilevanza delle *STEM fields* sulla produttività, che rappresenta la chiave della crescita economica. I due studiosi sottolineano il ruolo dell'istruzione STEM non tanto per creare nuove opportunità lavorative, ma soprattutto nel fornire il carburante per alimentare una economia basata sul progresso scientifico. Inoltre, gli stessi Atkinson e Mayo hanno stimato che l'innovazione incide per il 90% della crescita del PIL pro capite di un Paese. Questo perché solo l'innovazione consente miglioramenti della produttività. Senza laureati STEM un Paese non innova, non crea posti di lavoro basati sull'innovazione e, di conseguenza, non accelera la crescita economica.

#### 1.3 Il capitale umano nei modelli di crescita economica

Il motivo per cui gli economisti si occupano della crescita economica è da ricondurre all'interesse per il tenore di vita degli individui e, in ultima analisi, alla felicità degli individui stessi, intesa come soddisfazione esistenziale.

Per crescita economica si intende il costante aumento della produzione aggregata di un Paese nel tempo. La produzione aggregata è rappresentata dal PIL, cioè dal valore finale dei beni e dei servizi prodotti da una economia in dato periodo di tempo<sup>9</sup>.

Il fine ultimo dello studio dei modelli di crescita consiste nello spiegare le differenze tra Paesi in termini di PIL pro capite ed analizzare gli elementi che le determinano.

La letteratura distingue due categorie di modelli sulla crescita economica:

- Crescita esogena, secondo la quale la determinante di crescita di una economia è rappresentata
  dal progresso tecnologico, che a sua volta dipende da elementi esterni al modello. L'esogeneità
  delle determinanti della crescita negano a questa tipologia di modello di indicare strumenti di
  intervento di politica economica.
- 2. *Crescita endogena*. In questa categoria di modelli, la crescita economica dipende da elementi interni al modello stesso. In altre parole, la crescita dipende dalla accumulazione di capitale e

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> O. Blanchard, *Macroeconomia: una prospettiva europea*, 2016.

dall'investimento in capitale umano. Secondo questa prospettiva, il progresso tecnologico dipende dal livello di capitale umano dell'economia.

### 1.3.1 La crescita esogena: il Modello di Solow

Il modello di crescita economica esogena sicuramente più diffuso ed efficace è quello elaborato nel 1956 da Robert Solow nel lavoro chiamato *A contribution to the theory of economic growth*, che gli consentì di vincere il premio Nobel per l'economia nel 1987.

I due ingredienti che compongono il modello in parola sono la funzione di produzione aggregata e la legge di accumulazione del capitale.

Il punto di partenza per la formulazione della sua teoria sulla crescita economica è una funzione di produzione aggregata, in grado di evidenziare la relazione tra produzione aggregata e fattori produttivi.

$$Y = f(K, N)$$

Dove Y è la produzione aggregata, K è il capitale fisico (la somma di tutti i macchinari, gli impianti, gli uffici e gli immobili di una economia) ed N è il lavoro, inteso come il numero di individui impiegati in una economia.

Dopo aver definito la funzione di produzione aggregata, è possibile elencare alcune sue proprietà.

Anzitutto, la funzione di produzione aggregata gode di **rendimenti di scala costanti** (**CRS**), nel senso che raddoppiando le quantità di capitale e lavoro impiegate nella produzione, anche il prodotto aggregato raddoppia:

$$2Y = F(2K, 2N)$$

Tuttavia, se varia un solo fattore produttivo mantenendo l'altro costante, bisogna considerare che ogni unità aggiuntiva di input (capitale fisico o lavoro) causa aumenti sempre minori del prodotto. Il seguente esempio chiarirà ogni dubbio: consideriamo una fabbrica con gruppo di lavoratori al suo interno. L'introduzione di un lavoratore in più aumenterà notevolmente la produzione del gruppo in quanto ci sarà una migliore distribuzione dei compiti. All'aumentare del numero di lavoratori nella fabbrica, la produzione aumenterà ulteriormente, anche se per ogni nuovo lavoratore assunto l'incremento dell'output sarà via via inferiore.

Si arriverà al punto in cui la capienza massima della fabbrica sarà raggiunta e ogni ulteriore lavoratore in più non causerà aumenti nella produzione. Tale proprietà è definita **rendimenti decrescenti del lavoro**.

Una analoga proprietà vale per l'altro fattore produttivo, cioè il capitale fisico, per le stesse ragioni speculari descritte in precedenza e si parla di **rendimenti decrescenti del capitale**.

Una funzione di produzione che racchiude le due proprietà è nota come funzione di produzione Cobb-Douglas:

$$Y = K^{\alpha}N^{1-\alpha}$$

Dove  $\alpha$  è un parametro compreso fra 0 e 1 e rappresenta la quota di capitale fisico impiegato in una economia. Il suo complementare, rappresenta la quota di individui impiegati nell'economia.

Dal momento che l'obiettivo dello studio della crescita economica è il tenore di vita degli individui, è necessario utilizzare nella funzione di produzione il PIL pro capite, cioè il PIL aggregato sul totale della popolazione:

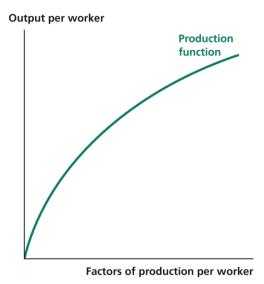
$$\frac{Y}{N} = F\left(\frac{K}{N}, \frac{N}{N}\right)$$

$$\frac{Y}{N} = \left(\frac{K}{N}, 1\right)$$

Dunque, il PIL pro capite è unicamente funzione del capitale per addetto:

$$y = k^{\alpha}$$

Figura 2



Source: D. Weil, Economic Growth, Third Edition, 2013

Dalla Figura 2, emerge che aumenti del prodotto per addetto derivano da aumenti del capitale per addetto, cioè dalla accumulazione di capitale.

L'accumulazione di capitale dipende dal capitale presente nell'economia, dai nuovi investimenti e dal grado di deprezzamento del capitale stesso. Sapendo che il livello degli investimenti (I) è pari al risparmio (S), è plausibile affermare che le variazioni nello stock di capitale dipendono dal tasso di risparmio e dal tasso di deprezzamento del capitale.

$$\begin{split} \Delta k_t &= k_{t+1} - k_t \\ \Delta k_t &= I - \delta k_t \end{split}$$

Dato che:

$$I = S = sY$$

Da questa identità è possibile esprimere la legge di accumulazione del capitale in termini pro capite:

$$\frac{\Delta K_t / N}{K_t / N} = s \frac{Y / N}{K_t / N} - \delta \frac{K_t}{K_t}$$

Cioè:

$$\Delta k_t = sy - \delta k$$

Figura 3

Depreciation, investment, and output per worker

Output, f(k)Investment,  $\gamma f(k)$ Capital per worker (k)

Source: D.Weil, Economic Growth, Third Edition, 2013

Graficamente, come mostrato in Figura 3, la curva che rappresenta il deprezzamento del capitale è una retta che parte dall'origine, mentre la curva che rappresenta l'investimento è crescente ma in maniera sempre minore.

La condizione di equilibrio, o stato stazionario, si verifica quando prodotto e capitale per lavoratore sono costanti, cioè quando la variazione nello stock di capitale è nulla.

$$\Delta k_t = 0$$

Infatti:

$$sy = \delta k$$

Fino a quando il capitale per lavoratore è alla sinistra dello stato stazionario, l'accumulazione di capitale è positiva. Viceversa, quando il capitale per lavoratore è alla destra dello stato stazionario, la variazione nello stock di capitale è negativa perché il deprezzamento supera l'investimento.

Da questa analisi emerge che l'accumulazione di capitale da sola non può spiegare la crescita. Infatti, l'aumento del PIL pro capite è solo temporaneo. Una volta raggiunto l'equilibrio di stato stazionario, la crescita si arresterà.

Paradossalmente, il Modello di crescita di Solow, privo di progresso tecnologico, non prevede la crescita del PIL pro capite nel lungo periodo. La Tabella 1 evidenzia quanto affermato in precedenza.

Tabella 1

Variable	Symbol	Steady-state growth rate
Capital per worker	k = K/L	0
Output per worker	y = Y/L	0
Total Capital	К	0
Total output	Y	0

Elaborazione dell'autore

Una crescita sostenuta richiede la presenza del progresso tecnologico.

Aggiustando il Modello di Solow per il progresso tecnologico si ottiene una funzione di produzione più ampia, in cui la produzione aggregata non dipende solo dai fattori produttivi (capitale e lavoro) ma anche e soprattutto dal progresso tecnologico riassunto con il parametro A.

$$Y = f(K, N, A)$$

Riscrivendo la funzione di produzione aggregata in termini pro capite si ottiene:

$$\frac{Y}{N} = \frac{AK^{\alpha}N^{1-\alpha}}{N}$$

Cioè:

$$y = Ak^{\alpha}$$

Il progresso tecnologico, pertanto, fa spostare verso l'alto la funzione di produzione, generando una crescita economica di lungo periodo.

Sostituendo il PIL pro capite così ottenuto nella legge di accumulazione del capitale si giunge ad una nuova conclusione:

$$\Delta k = sAk^{\alpha} - \delta k$$

Nello stato stazionario:

$$sAk^{\alpha} = \delta k$$

$$\frac{sAk^{\alpha}}{k^{\alpha}} = \frac{\delta k}{k^{\alpha}}$$

$$sA = \delta k^{1-\alpha}$$

Da cui si ottiene il livello di capitale per lavoratore in stato stazionario e il conseguente livello di output per lavoratore (PIL pro capite):

$$k^{SS} = \left(\frac{sA}{\delta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

$$y^{SS} = A\kappa^{\alpha} = A\left(\frac{SA}{\delta}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}$$

L'intuizione economica che si ricava dall'ultima equazione è che il PIL pro capite di stato stazionario dipende positivamente dal tasso di risparmio e dal livello di progresso tecnologico, e negativamente dal tasso di deprezzamento del capitale.

Fino ad ora, il modello presentato ha considerato un livello di progresso tecnologico costante e pari ad A. Adesso consideriamo cosa accade se il progresso tecnologico cresce nel tempo. Prima di procedere, è conveniente definire una nuova misura di produttività, attraverso una semplice trasformazione. In particolare, definiamo una nuova variabile *e*:

$$e^{1-\alpha} = A$$

In altre parole, consideriamo il progresso tecnologico come un moltiplicatore del fattore lavoro, che sintetizza la produttività aggregata. La funzione di produzione si trasforma come segue:

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

Esprimendo la nuova funzione di produzione in termini di lavoratore effettivo otteniamo:

$$\frac{Y}{eL} = \frac{K^{\alpha}(eL)^{1-\alpha}}{eL}$$

$$y = k^{\alpha}$$

Definiamo il valore di output per lavoratore effettivo nel seguente modo:

$$y = \frac{y}{eL} = \frac{y/L}{e}$$

L'output per lavoratore effettivo è costante nello stato stazionario di lungo periodo, mentre l'output pro capite cresce allo stesso tasso del progresso tecnologico *e*, come evidenziato nella Tabella 2.

Tabella 2

Variable	Symbol	Steady-state growth rate
Capital per effective worker	<i>k</i> = <i>K</i> /( <i>L</i> ×e)	0
Output per effective worker	<i>y</i> = <b>Y</b> /( <b>L</b> × <b>e</b> )	0
Output per worker	$(Y/L) = y \times e$	ê
Total output	$Y = y \times e \times L$	ê

Elaborazione dell'autore

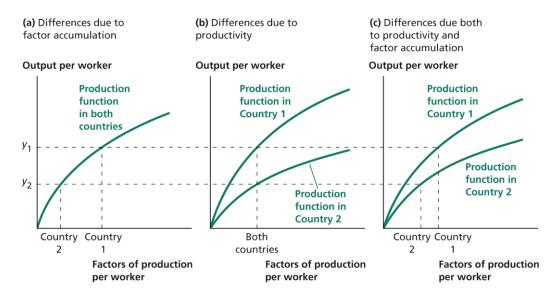
Il messaggio finale di Solow è sintetizzato nel fatto che soltanto il progresso tecnologico può consentire all'economia di crescere nel lungo periodo.

Graficamente, un miglioramento della tecnologia determina spostamenti verso l'alto della funzione di produzione, mentre l'accumulazione di capitale causa spostamenti lungo la funzione di produzione. La Figura 4 evidenzia tale differenza mettendo a confronto le fonti della crescita in 3 step:

- a) Differenze dovute alla sola accumulazione di fattori produttivi (capitale e lavoro);
- b) Differenze dovute ai miglioramenti tecnologici, in termini di produttività;
- c) Differenze dovute sia all'accumulazione dei fattori capitale e lavoro, sia alla produttività.

Nel lungo periodo, dunque, una economia con una migliore tecnologia è in grado di superare le altre economie. Allora, la domanda da porsi riguarda le determinanti del progresso tecnologico.

Figura 4



Source: D. Weil, Economic Growth, Third edition, 2013

# 1.3.1.1 Il modello di Solow ampliato con il capitale umano

Fino ad ora, si è ipotizzato che l'input lavoro del Modello di Solow fosse omogeneo tra Paesi, e cioè senza alcuna differenza qualitativa tra gli stessi. Nella realtà, invece, la qualità del lavoro che un individuo offre alla collettività può variare enormemente. Banalmente, un lavoratore può essere debole o forte, malato o in salute, ignorante o istruito (*skilled* o *unskilled*). La composizione del capitale umano può essere utilizzata per spiegare la crescita eterogenea tra Paesi.

Il prossimo step consiste nel rendere endogeno il capitale umano all'interno del Modello di Solow. Per via di questo aggiustamento, gli economisti parlano di *Augmented Solow Model*.

La funzione di produzione aggregata viene ampliata attraverso il fattore *h*, che viene moltiplicato per l'input lavoro, e cattura la qualità del lavoratore in termini di anni di scuola.

$$Y = AK^{\alpha}(hN)^{1-\alpha}$$

Per la ragione precedentemente spiegata, è utile riscrivere tale funzione di produzione in termini pro capite:

$$y = Ak^a h^{1-\alpha}$$

La legge di accumulazione del capitale non cambia rispetto al caso precedente:

$$\Delta k_t = sy - \delta k$$

Sostituendo la funzione di produzione aggregata all'interno della legge di accumulazione del capitale si ottiene:

$$\Delta \kappa_t = s(h^{1-\alpha}Ak^{\alpha}) - \delta k$$

Dato che in stato stazionario la variazione nello stock di capitale è nullo, il capitale per lavoratore in stato stazionario è dato dalla seguente formulazione:

$$\frac{sh^{1-\alpha}Ak^{\alpha}}{k^{\alpha}} = \frac{\delta k}{k^{\alpha}}$$

$$sh^{1-\alpha} A = \delta k^{1-\alpha}$$

$$k^{SS} = \left(\frac{sh^{1-\alpha}A}{\delta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

$$k^{SS} = h \left(\frac{SA}{\delta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

Sostituendo il livello di capitale per lavoratore all'interno della funzione di produzione aggregata si ottiene il livello di output per lavoratore in stato stazionario:

$$y^{SS} = h\left(\frac{S}{\delta}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

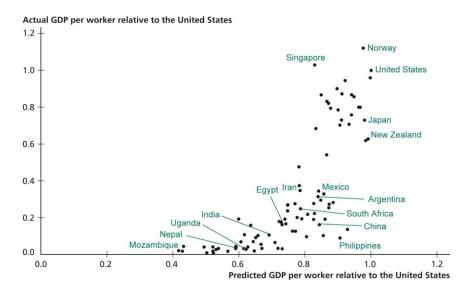
L'equazione di stato stazionario evidenzia la relazione positiva tra capitale umano e PIL pro capite: più è alto h, maggiore sarà il livello di output in stato stazionario.

Si considerino ora due Paesi (A e B) con lo stesso tasso di risparmio, identico tasso di deprezzamento e progresso tecnologico. L'unica differenza è rappresentata dal livello di capitale umano.

$$\frac{y_A}{y_B} = \frac{h_A}{h_B}$$

Quest'ultima relazione afferma che in assenza di differenze tra Paesi, il rapporto tra i PIL pro capite tra gli stessi è pari al rapporto tra i rispettivi livelli di capitale umano. Se da un lato questa teoria spiega le differenze tra Paesi attraverso il capitale umano, dall'altro l'evidenza empirica si allontana molto dal modello. In effetti, quest'ultimo semplifica eccessivamente la realtà, ipotizzando che la qualità dell'istruzione non vari tra Paesi.

Figura 5



Source: D. Weil, Economic Growth, Third Edition, 2013

Se il modello funzionasse alla perfezione, i puntini neri rappresentativi dei Paesi in Figura 5 dovrebbero collocarsi sulla ipotetica retta a 45 gradi, in modo che l'effettivo PIL pro capite coincida con il PIL pro capite atteso. Così non è, come dimostra la Figura 5 sopra riportata. In particolare, i puntini neri rappresentativi dei Paesi mostrano una distribuzione abbastanza irregolare.

#### 1.3.2 Teorie di crescita endogena: i modelli di Romer e Lucas

Il Modello di Solow (1956) si basava su rendimenti marginali decrescenti del lavoro e del capitale, la convergenza relativa fra economie con le stesse condizioni di partenza e un tasso di crescita di lungo periodo, in termini di PIL pro capite, pari al tasso di crescita del progresso tecnologico.

I risultati del Modello di Solow non riescono a spiegare il progresso tecnologico, che viene considerato come dato o esogeno. Questo limite ha determinato una crescente insoddisfazione fra gli studiosi della crescita economica. Paul Romer con la sua teoria della crescita endogena contenuta nell'articolo *Increasing returns and long-run growth* del 1986 parte da questo difetto del Modello di Solow e sviluppa il proprio modello di crescita.

Nel Modello di Romer si assume che la conoscenza sia un fattore produttivo e che l'output pro capite possa crescere senza limiti. A differenza del Modello di Solow, il PIL pro capite dei diversi Paesi può

non convergere. Non solo, la crescita può essere lenta nei Paesi meno sviluppati o può non avvenire del tutto.

Il Modello di Solow, invece, prevedeva che Paesi più lontani dallo stato stazionario erano caratterizzati da tassi di crescita più elevati. Secondo Romer, per ottenere tali risultati è cruciale abbandonare l'ipotesi dei rendimenti decrescenti. Inoltre, Romer considera anche le esternalità positive della conoscenza. Nel modello di Romer, la conoscenza viene definita come un bene non rivale<sup>10</sup>, nel senso che è una risorsa disponibile allo sfruttamento da parte di diversi agenti economici. Infatti, la creazione di nuova conoscenza da parte di una impresa ha un effetto positivo sulle possibilità di produzione delle altre imprese, poiché la conoscenza può circolare con facilità e non può essere tenuta segreta.

Un altro fondamentale contributo alla teoria della crescita endogena è il Modello di Lucas contenuto in *On the mechanics of economic development* del 1988. La variabile chiave del modello è il capitale umano, che è in grado di generare crescita endogena. Lucas sostiene che ciò che differenzia davvero il capitale umano da quello fisico sia la capacità del primo di produrre esternalità positive. In altre parole, l'istruzione incrementa la produttività degli altri lavoratori semplicemente scambiando le proprie conoscenze.

Il modello da cui Lucas inizia l'analisi è quello di Solow, sviluppando due "adattamenti".

Il primo di questi mantiene il carattere aggregato del Modello di Solow, ma include l'effetto della accumulazione del capitale umano, che avviene attraverso l'aumento del grado di scolarizzazione.

Il secondo adattamento è caratterizzato da una economia con due settori. Nel primo settore si produce il bene finale Y, per la cui produzione viene impiegato anche capitale umano, oltre al capitale fisico. Le due tipologie di capitale, così come nel Modello di Solow, sono soggette alla legge dei rendimenti decrescenti rispetto a ciascun fattore considerato.

$$Y = AK^{\alpha}(uhL)^{1-\alpha}(h_a)^{\beta}$$

In questo primo settore, il livello dell'output dipende da un parametro tecnologico A, dal capitale fisico e dal lavoro (K ed L), dal tempo dedicato all'attività produttiva u, dal livello medio di capitale umano per lavoratore (hL) e dalle esternalità positive del capitale umano  $(h_a)^{\beta}$ , con beta positivo.

20

<sup>&</sup>lt;sup>10</sup> A. Mantovi, *Capitale umano e crescita economica*, Capitale Intellettuale (rivista di cultura aziendale), 3 febbraio 2015.

Un secondo settore è, invece, quello della produzione del capitale umano che si accumula secondo la seguente funzione:

$$h_t = h_t \delta(1 - u)$$

Tale equazione suggerisce che il capitale umano si accumula in base al livello dello stesso già esistente al tempo t e in base al tempo dedicato all'istruzione (*1-u*). Il termine *u* indica il tempo che l'individuo dedica all'attività lavorativa. Logicamente, il suo complementare fa riferimento al tempo dedicato all'accumulazione di capitale umano.

In questo modello, l'economia nel lungo periodo cresce anche senza cambiamento tecnologico, perché il *learning by doing* diventa il motore della crescita<sup>11</sup>. In altre parole, l'accumulazione del capitale umano, endogena al modello, determina la crescita economica.

21

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> D. Schilirò, *Crescita economica, conoscenza e capitale umano. Le teorie e i modelli di crescita endogena di Paul Romer e Robert Lucas*, settembre 2006.

# **CAPITOLO 2**

# MISURARE IL CAPITALE UMANO

# 2.1 La misurazione del capitale umano in letteratura

La teoria economica è da tempo cosciente del ruolo che il capitale umano, cioè la capacità produttiva dei lavoratori, gioca nelle dinamiche economiche. Tuttavia, se da un lato la nozione del capitale umano è nota da tempo, dall'altro risulta ancora problematico misurare tale nozione.

In questo paragrafo si passano in rassegna i principali metodi e modelli di misurazione del capitale umano. Quest'ultimo è un fattore composito, formato cioè da tanti elementi, alcuni di questi facilmente quantificabili (anni di scuola, tassi di alfabetizzazione, risultati di test internazionali, ecc.), altri invece sono difficili da analizzare, come le abilità non cognitive che spesso determinano il successo di un lavoratore. Nelle abilità non cognitive sono ricompresi quelli che Visco chiama aspetti motivazionali, l'apertura a nuove idee e la capacità di lavorare in team.

Nella tradizionale funzione di produzione aggregata, descritta nel capitolo precedente, il prodotto di un Paese viene considerato come funzione di due input: il capitale fisico e il lavoro.

In generale, il problema fondamentale della misurazione del capitale umano è quello di aggregare grandezze eterogenee. In altri termini, mentre le prestazioni di una macchina, un impianto o qualsiasi tipo di capitale fisico sono omogenee, le prestazioni lavorative degli individui dipendono dalle abilità e dalle conoscenze del lavoratore e sono, dunque, diverse tra loro. In letteratura, sono state utilizzate diverse metodologie. Alcune basate sui livelli di istruzione sostanziale o formale (education-based approach), altre basate sui costi di acquisizione del capitale umano (cost-based approach), altre ancora basate sul valore di mercato della forza lavoro (income-based approach). 12

Una possibile misura del capitale umano è rappresentata dagli indici di diffusione dell'istruzione, sia sostanziale (tassi di alfabetizzazione o risultati di test standard come PISA o TIMSS), sia formale (tassi di scolarizzazione, anni di istruzione, ecc.). Misurando quantità fisiche e non grandezze monetarie, tali indici hanno il pregio di essere indipendenti dai prezzi di mercato, ma presentano tante criticità. Consideriamo, per esempio, i tassi di alfabetizzazione. Questi ultimi rappresentano la percentuale di persone che, in un dato Paese, sanno almeno leggere e scrivere. Il

-

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> S. Destefanis, *La misurazione del capitale umano: tematiche di base e sviluppi recenti*, gennaio 2012.

metodo per calcolarlo è molto semplice ed è omogeneo tra Paesi. La formula è il rapporto fra il totale delle persone che sanno leggere e scrivere rispetto al totale della popolazione di un Paese. Tuttavia, è difficile confrontare i tassi di alfabetizzazione tra Paesi, in quanto ognuno di questi presenta differenti complessità linguistiche o strutturali. Gli indici di diffusione dell'istruzione, inoltre, trascurano altre componenti del capitale umano, per la cui acquisizione l'alfabetizzazione rappresenta soltanto un presupposto. Le conoscenze matematiche, la familiarità con le tecnologie moderne, la capacità di analisi non vengono considerate, sebbene incidano in modo decisivo sulla produttività dei lavoratori. In altre parole, vengono meno gli elementi qualitativi della formazione a vantaggio di grandezze quantitative e formali che non spiegano i differenziali di crescita economica tra Paesi. Lo stesso titolo di studio, infatti, può incorporare livelli differenti di capitale umano in diversi Paesi, e addirittura in regioni diverse dello stesso Paese o in momenti storici differenti.

Secondo la metodologia *cost-based approach*, il capitale umano viene considerato come un bene prodotto da una data tecnologia e, di conseguenza, misurato attraverso il valore di mercato degli input di produzione. Il limite di tale approccio è che si presuppone che il rapporto tra valore dell'output e valore dell'input sia costante. Ciò non è sempre vero nella realtà. Innanzitutto, la produzione di capitale umano potrebbe presentare rendimenti di scala non costanti, nel senso che il valore del capitale umano potrebbe non raddoppiare al raddoppiare dell'investimento in formazione. Inoltre, tale misura prescinde dal capitale umano accumulato fuori dal sistema di istruzione formale, ad esempio attraverso il *learning by doing*.

L'idea di misurare il valore del capitale umano attraverso l'attualizzazione dei redditi da lavoro futuri attesi (*income-based approach*) venne coltivata da Jorgensen e Fraumeni nel 1983. Tale approccio valuta il capitale umano al pari di ogni altro bene composito, cioè ai prezzi di mercato, che nel caso del capitale umano sono i flussi scontati dei redditi da lavoro futuri:

$$HC_i = \Sigma \frac{y_{i,t} \cdot p_{i,t}}{(1+r)^t}$$

Nella metodologia di Jorgensen e Fraumeni, la popolazione viene suddivisa in gruppi, in base all'età, al sesso e al livello di istruzione. Per ogni gruppo il flusso di redditi futuri viene scontato e ponderato per la probabilità di sopravvivenza. L'approccio *income-based* presenta notevoli vantaggi. Il primo consiste nell'utilizzare il valore di mercato del bene, piuttosto che il suo costo di produzione, che permette di tener conto delle variazioni di produttività del lavoratore. Inoltre, questo approccio è

sensibile a variazioni della composizione della popolazione per livello di istruzione, tenendo quindi conto degli investimenti in istruzione formale. Al tempo stesso, però, la metodologia Jorgensen Fraumeni presenta alcuni aspetti negativi. La retribuzione del lavoro non è univocamente determinata dalla relativa produttività. Infatti, non sempre la valorizzazione monetaria della prestazione lavorativa è correlata alla capacità produttiva. Tale correlazione dipenderà dalle pressioni dal lato dell'offerta (sindacati) e dal lato della domanda (imprese). Un'altra critica spesso rivolta a tale metodologia riguarda la valutazione del lavoro, che considera allo stesso modo un disoccupato e un occupato senza distinguerne le categorie. Infine, le stime di Jorgensen e Fraumeni non consideravano il capitale umano precipuo ad una specifica industria (*specific skills*).

Un metodo impiegato di recente è quello definito *integrated-approach*, che consiste nel misurare il capitale umano mettendo insieme le informazioni delle metodologie già esistenti.

Accanto alle metodologie fin qui illustrate, se ne aggiungono altre. Una di queste è stata sviluppata da Ederer nel 2007 ed è chiamata macro-deduttiva. L'obiettivo di questa metodologia è quello di arrivare a definire in termini monetari il capitale umano in modo indiretto, attraverso due fasi. La prima di queste riguarda il calcolo degli investimenti in capitale umano. Sapendo che il tasso di crescita del PIL di un Paese dipende dagli investimenti in capitale fisico e umano, quest'ultimo non è altro che la differenza tra il tasso di crescita del PIL e gli investimenti in capitale fisico. Dividendo per la popolazione totale l'aggregato di capitale umano, si ottiene il capitale umano individuale. Il problema di questa impostazione risiede nel fatto che la crescita non dipende esclusivamente dalle quantità impiegate in capitale fisico e lavoro, ma anche da una serie di altri fattori che possono spiegare le variazioni nel prodotto aggregato. Tra questi, si possono citare il tasso di risparmio, il livello delle infrastrutture materiali ed immateriali di un paese, la qualità delle istituzioni, problematiche relative alla popolazione, ecc.

Per completare il quadro delle metodologie presenti in letteratura, è opportuno segnalare anche i lavori di Heckman e Cunha del 2006, che puntano a misurare il capitale umano nel corso della vita. I quattro punti centrali su cui si basa la loro teoria sono i seguenti:

- 1. Il processo di formazione delle competenze è influenzato dalla interazione tra genetica ed esperienze individuali;
- 2. L'acquisizione delle competenze si basa su un processo gerarchico di accumulazione: ciò che verrà acquisito in fasi successive si basa su quanto appreso nelle fasi precedenti;
- 3. Le conoscenze cognitive e non cognitive sono interdipendenti;

4. Le abilità umane si mostrano di volta in volta recettive di influenze ambientali.

L'obiettivo della loro ricerca, che è ancora nelle fasi iniziali e di sperimentazione<sup>13</sup>, è quello di misurare il capitale umano attraverso punti di contatto tra economia, neuroscienze e psicologia dello sviluppo.

# 2.2 Human Capital Index 2020

Durante l'incontro annuale del 2018, la Banca Mondiale ha lanciato lo Human Capital *Project*, uno sforzo senza precedenti a supporto dello sviluppo del capitale umano come determinante per la crescita economica dei Paesi. Il progetto della Banca Mondiale ha avuto come obiettivi da un lato la costruzione di un indicatore che misurasse gli investimenti dei Paesi in formazione di capitale umano, dall'altro quello di intraprendere un programma ambizioso per migliorare la misurazione del capitale umano delle prossime generazioni. Per la sua completezza e dinamismo temporale, il lavoro della Banca Mondiale si pone al di sopra della precedente letteratura circa le modalità di misurazione del capitale umano.

La chiave di questo sforzo risiede nello *Human Capital Index* (HCI)<sup>14</sup>, un indicatore tra Paesi volto a misurare il capitale umano che un bambino nato oggi può aspettarsi di ottenere a partire dal suo diciottesimo compleanno, dati i rischi di scarsa salute ed istruzione. <sup>15</sup>

L'indicatore contiene le seguenti componenti: salute (tassi di sopravvivenza infantile, arresto della crescita, sopravvivenza in età adulta) e quantità e qualità dell'istruzione (years of schooling, international test scores). L'indicatore è compreso fra 0 e 1 e cattura la produttività attesa di un bambino nato oggi come futuro lavoratore, rispetto a un benchmark di massima istruzione e massima salute. Per esempio, un HCI pari a 0,5 implica che un bambino nato oggi può essere produttivo circa la metà rispetto al caso di massima salute e istruzione.

<sup>&</sup>lt;sup>13</sup> M. Nosvelli, La misurazione del capitale umano: una rassegna della letteratura, 2009.

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> D'ora in poi HCI.

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup> Banca Mondiale, Human Capital Index 2020.

## 2.2.1 Componenti dello HCI

Per costruire il suo indicatore, la Banca Mondiale ha utilizzato dati pubblici ufficiali provenienti da fonti istituzionali. Come appena accennato, i tre principali ingredienti dell'indicatore sono la *sopravvivenza*, l'istruzione e la salute/benessere di un Paese.

La prima componente dello HCI è la sopravvivenza (*survival*), che riflette la sfortunata situazione in cui un bambino nato oggi non potrà superare l'età in cui ha inizio l'accumulazione di capitale umano. Questa componente è misurata attraverso il tasso di mortalità fino a 5 anni. In particolare, la probabilità di sopravvivere all'età di 5 anni è calcolata come complementare del tasso di mortalità fino a 5 anni, che viene stimato dalla United Nations Interagency.

Survival = 1 - tasso di mortalità fino a 5 anni

Per quanto riguarda, invece, la componente salute/benessere (*health*), non esiste una misurazione diretta uniformemente accettata. Tuttavia, è possibile utilizzare due proxy che catturano lo stato di salute generale di un Paese.

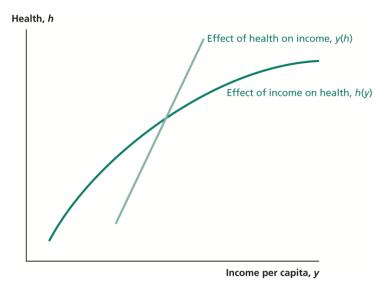
La prima proxy è il tasso di sopravvivenza in età adulta, calcolato come la quota di quindicenni che sopravvivono fino a 60 anni. In particolare, tale tasso è stimato come il complementare del tasso di mortalità tra 15 e 60 anni. Quest'ultimo proviene dalle stime del World Population Prospects.

La seconda proxy è rappresentata dalla crescita sana tra i bambini sotto i 5 anni, calcolata come complementare del tasso di arresto della crescita sotto i 5 anni. Il benchmark di sviluppo sano di un bambino è impostato dalla Organizzazione Mondiale della Sanità.

A questo punto, è necessario convertire lo stato di salute in termini di produttività attesa, relativamente al benchmark di completa salute.

La letteratura empirica ha analizzato il ritorno economico dovuto ad un migliore stato di salute a livello individuale. Intuitivamente, è facile comprendere la relazione positiva tra salute individuale e reddito. Infatti, un individuo che vive a lungo e meglio, produrrà di più sia quantitativamente, sia qualitativamente. E' anche vero che il reddito è legato positivamente allo stato di salute, come dimostra il grafico di seguito riportato (Figura 6).

Figura 6

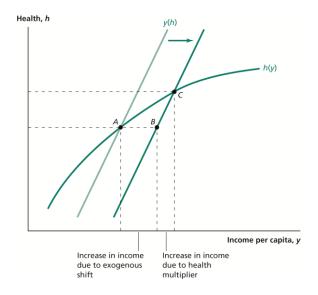


Source: D. Weil, Economic Growth, Third Edition, 2013

L'asse orizzontale della Figura 6 misura il reddito pro capite (y), mentre quello verticale il livello di salute individuale (h). Per valori maggiori del livello di salute, gli individui sono in grado di produrre di più, quindi la curva dell'effetto della salute sul reddito (y(h)) è inclinata positivamente. La seconda curva, che cattura l'effetto del reddito sulla salute (h(y)), è anch'essa inclinata positivamente e mostra che un maggiore reddito genera maggiore salute individuale. Tuttavia, si nota come quest'ultima curva si appiattisce superato un certo livello di reddito. Questo fenomeno sintetizza l'idea secondo cui l'effetto benefico del reddito sulla salute è più evidente per bassi livelli di reddito.

Si ipotizzi, ora, un aumento esogeno della produttività, non dipeso da un aumento del livello di salute (introduzione di una nuova tecnologia, ecc.). In tal caso, il livello del reddito aumenta e la curva y(h) si sposta verso destra come si evince dal grafico in Figura 7. Un aumento del reddito comporta migliore stato di salute che, a sua volta, genera maggiore reddito e così via. In altre parole, l'economia si sposta verso un nuovo e migliore equilibrio tra reddito e stato di salute grazie all'effetto del moltiplicatore, che agisce in maniera analoga al moltiplicatore keynesiano.

Figura 7



Source: D. Weil, Economic Growth, Third Edition, 2013

Per convertire questa evidenza in termini di ritorni economici, sono richieste alcune informazioni circa le due proxy utilizzate.

Per l'arresto della crescita, l'evidenza disponibile suggerisce che una riduzione del tasso di arresto della crescita del 10% provoca un aumento dell'altezza individuale di circa 1 centimetro, che fa aumentare la produttività del 3,5%. Per quanto riguarda la sopravvivenza in età adulta, l'evidenza empirica mostra che un incremento della sopravvivenza in età adulta del 10% è associata ad un aumento della produttività pari al 6,5%. <sup>16</sup>

Le due percentuali riferite all'incremento della produttività rappresentano i pesi delle proxy utilizzate dalla Banca Mondiale per quantificare lo stato di salute di un Paese.

Nello HCI, la componente salute è, quindi, misurata come media ponderata per i pesi della sopravvivenza in età adulta e della crescita sana tra i bambini sotto i 5 anni. Ai fini di normalizzare il valore dell'indicatore, nel calcolo viene utilizzato il Numero di Nepero, che in questo caso assume valori compresi tra 0 e 1.

$$Health \equiv e^{(\gamma_{ASR} \times (Adult\ Survival\ Rate-1) + \gamma_{Stunting} \times (Not\ Stunted\ Rate-1)}$$

\_

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup> Banca Mondiale, Human Capital Index 2020.

L'ultima componente dello HCI della Banca Mondiale è rappresentata dall'istruzione, intesa sia dal punto di vista quantitativo, sia qualitativo. Le conoscenze e le abilità che un individuo acquisisce attraverso la scuola costituiscono una parte importante del capitale umano. Tuttavia, la misura di sintesi per l'istruzione utilizzando solo la componente quantitativa, cioè la media degli anni di scuola, è imprecisa. Gli *expected years of schooling* catturano il numero di anni di scuola che un bambino nato oggi può aspettarsi di ottenere entro i 18 anni. Nel concreto, questo valore è dato dalla somma dei tassi di iscrizione nelle scuole a partire dall'età di 4 anni fino ai 17 anni. I dati utilizzati dalla Banca Mondiale provengono dall' UNESCO Istitute for Statistics (UIS). Come mostra la Figura 8, la relazione tra media di anni di scuola in un Paese e livello di reddito pro capite è positiva. Tuttavia, questa affermazione da sola non spiega la differenza di reddito pro-capite tra Paesi.

Figura 8 Average years of schooling, 2010 14 **United States** 12 Ukraine 10 8 6 4 Congo, • Dem. Rep. 2 0 100 1,000 10,000 100,000 GDP per capita, 2009 (2005 Dollars)

Source: D. Weil, Economic Growth, Third Edition, 2013

Per questo motivo, è necessario completare la componente quantitativa dell'istruzione con una sua misura qualitativa. In particolare, la misura della qualità dell'istruzione si basa su test internazionali armonizzati tra Paesi. I test cui si rifà la Banca Mondiale sono i TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study). TIMSS è una delle principali indagini comparative nazionali promosse dalla IEA (International Association for the Evaluation Achievment). La Ricerca TIMSS si riferisce alla performance degli studenti del quarto e ottavo grado di istruzione (quarta primaria e terza secondaria di primo grado, cioè l'antica terza media) su prove di matematica e scienze. Il motivo per cui la Banca Mondiale seleziona come test valutativo della qualità

dell'istruzione il TIMSS è di tipo strategico. Infatti, studiare come migliorare le competenze matematiche e scientifiche tra i giovani è sempre più una priorità per i governi di diversi Paesi: essere cittadini attivi e consapevoli richiede familiarità con la matematica e le scienze per poter prendere decisioni attente in ambiti quali la salute personale, le proprie finanze, oltre che in settori della politica pubblica come l'economia e l'ambiente.<sup>17</sup>

TIMSS, a differenza di altre indagini internazionali come PISA (Programme for International Student Assesment) e PIRLS (Progress in International Reading, Literacy Study) si basa sulla costruzione di prove curriculari. Sebbene vi siano molteplici differenze tra i Paesi che partecipano all'indagine in termini di sviluppo economico, posizione geografica ed organizzazione del sistema scolastico, la base concettuale di TIMSS è un quadro teorico di riferimento condiviso da tutti i Paesi partecipanti al progetto.

Per permettere una interpretazione dei punteggi degli studenti, TIMSS descrive gli apprendimenti riferendosi a quattro livelli internazionali, definiti "livelli di rendimento": livello Avanzato (625), livello Alto (550), livello Intermedio (475) e livello basso (400).

La Figura 9 riportata di seguito riassume ciò che gli studenti sanno fare a ciascun livello di rendimento.

Livello Avanzato Gli studenti applicano la loro comprensione e conoscenza a una varietà di situazioni relativamente complesse e ne spiegano il ragionamento. Risolvono una serie di problemi a più passaggi contenenti numeri interi; dimostrano di avere una comprensione delle frazioni e dei decimali. Essi applicano la conoscenza di una gamma di figure bi e tri dimensionali a molteplici situazioni. Interpretano e rappresentano i dati per risolvere problemi con più passaggi Livello Alto Gli studenti applicano la loro comprensione e conoscenza alla risoluzione di problemi. Sono in grado di risolvere problemi che implicano due passaggi e che implicano operazioni con numeri interi; dimostrano di avere una comprensione della linea dei numeri, di multipli e fattori, sanno arrotondare numeri e svolgere operazioni con frazioni e decimali. Sono capaci di risolvere problemi semplici che implicano misurazioni. Dimostrano una comprensione delle proprietà geometriche delle figure e degli angoli. Sono in grado di interpretare e utilizzare i dati in tabelle e una varietà di grafici per risolvere problemi. Livello Intermedio Gli studenti applicano conoscenze matematiche di base a situazioni semplici. Sono in grado di svolgere operazioni con numeri interi a tre e quattro cifre in una varietà di situazioni. Dimostrano una qualche comprensione di frazioni e decimali. Sono capaci di identificare e disegnare figure con proprietà semplici. Sono in grado di leggere, etichettare e Livello Basso Gli studenti possiedono alcune conoscenze matematiche di base. Sono in grado di sommare, sottrarre, moltiplicare e dividere numeri interi a una o due cifre e possono risolvere problemi semplici. Hanno una qualche conoscenza di semplici frazioni e delle forme geometriche più comuni. Gli studenti riescono a leggere e completare semplici grafici a barre e tabelle

Figura 9

Source: IEA, TIMSS 2019

\_

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> TIMSS, Rapporto Nazionale, 2019.

Il Learning-Adjusted years of Schooling (LAYS)<sup>18</sup> è la misura che combina la quantità e la qualità dell'istruzione e viene calcolata come il prodotto degli anni medi di scuola e una particolare misura di apprendimento, sintetizzata dai punteggi dei test armonizzati dall'aggiornamento 2020 del Global Dataset on Education Quality. Tali punteggi vengono rapportati al benchmark del livello di rendimento avanzato secondo l'indagine TIMSS (625). Adeguando gli anni di scuola alla loro qualità, il LAYS, riflette il fatto che i bambini in alcuni Paesi imparano meno rispetto ad altri Paesi, pur avendo frequentato lo stesso numero di anni di scuola. La semplicità e trasparenza della sua costruzione, fanno del LAYS una misura avvincente dell'istruzione.

La traduzione della quantità e qualità dell'istruzione in termini di produttività è rappresentata dal *return to schooling*, cioè la percentuale di incremento dello stipendio dovuto ad un addizionale anno di istruzione. Un ampio consenso fissa questo valore a 0.08. In altre parole, un addizionale anno di scuola comporta un incremento dello stipendio individuale pari all' 8%. <sup>19</sup>

$$School \equiv e^{\phi(Expected Years of School \times Harmonized, Test Score - 14)}$$

L'ultimo passaggio per costruire lo HCI consiste nell'aggregare le tre componenti per formare un'unica misura di capitale umano:

$$HCI = Survival \times School \times Health$$

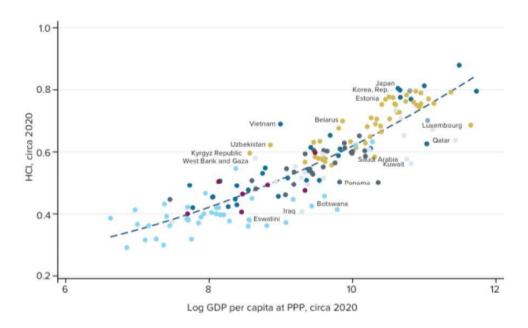
I risultati ottenuti dalla Banca Mondiale mostrano che, prima della pandemia da COVID-19, un bambino può aspettarsi di ottenere in media il 56% della sua potenziale produttività come futuro lavoratore. Questa media globale, tuttavia, nasconde considerevoli variazioni tra regioni all'interno di un singolo Paese e tra Paesi diversi. Infatti, lo HCI è significativamente più basso nei Paesi poveri rispetto ai Paesi ricchi. Nei primi, un bambino nato oggi può essere produttivo in media il 30% rispetto all'80% o più nei Paesi più ricchi. La Figura 10 che segue mostra questa differenza, in termini di relazione tra PIL pro-capite e HCI per Paese.

-

<sup>&</sup>lt;sup>18</sup> D'ora in poi LAYS.

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> Banca Mondiale, *Human Capital Index 2020*.

Figura 10



Source: Banca Mondiale, Human Capital Index 2020

Il reddito da solo non spiega le differenze tra Paesi nell'indicatore di capitale umano. Mentre la relazione tra HCI e PIL pro capite appare forte, il capitale umano non si muove di pari passo con lo sviluppo economico. Infatti, Paesi come Burundi, Estonia, Vietnam e Uzbekistan hanno livelli di capitale umano più alti rispetto a quanto suggerirebbe il livello di PIL pro capite di ciascuno. Viceversa, in altri Paesi, il livello di capitale umano è più basso rispetto a quanto potrebbe suggerire il PIL pro capite. Le differenze nella quantità e qualità dell'istruzione contano per la maggior parte di queste differenze. Del 33% di differenza tra la media dei Paesi con basso ed alto reddito, il 25% circa è spiegato dal LAYS, misura che combina la quantità dell'istruzione con la sua qualità.

Nella Figura 11 sono riportati i risultati dello HCI che la Banca Mondiale ha ottenuto in relazione a 174 Paesi, che coprono il 98% circa della popolazione mondiale.

Figura 11

	Lawren		Tinner.		1		Hanna		L		Hanne
Economy	Lower Bound	Value	Upper Bound	Economy	Lower Bound	Value	Upper Bound	Economy	Lower Bound	Value	Upper Bound
Central African Republic	0.26	0.29	0.32	India	0.49	0.49	0.50	Mauritius	0.60	0.62	0.64
Chad	0.28	0.30	0.32	Egypt, Arab Rep.	0.48	0.49	0.51	Uzbekistan	0.60	0.62	0.64
South Sudan	0.27	0.31	0.33	Guyana	0.48	0.80	0.51	Brunei Darussalam	0.62	0.63	0.63
Niger	0.29	0.32	0.33	Panama	0.49	0.50	0.91	Kazakhstan	0.62	0.63	0.63
Mali	0.31	0.32	0.33	Dominican Republic	0.49	0.50	0.52	Costa Rica	0.62	0.63	0.64
Liberia	0.30	0.32	0.33	Morocco	0.49	0.50	0.51	Ukraine	0.62	0.63	0.64
Nigeria	0.33	0.36	0.38	Tajikistan	0,48	0.50	0.53	Seychelles	0.61	0.63	0.66
Mozambique	0.34	0.36	0.38	Nepai	0.49	0.50	0.52	Montenegro	0.62	0.63	0.64
Angola	0.33	0.36	0.39	Micronesia, Fed. Sts.	0.47	0.51	0.53	Albania	0.62	0.63	0.64
Sierra Leone	0.35	0.36	0.38	Nicaragua	0.50	0.51	0.52	Qatar	0.63	0.64	0.64
Congo, Dem. Rep.	0.34	0.37	0.38	Nauru	0.49	0.51	0.53	Turkey	0.64	0.65	0.66
Guinea	0.35	0.37	0.39	Aji	0.50	0.51	0.52	Chile	0.64	0.65	0.66
Eswatini	0.35	0.37	0.39	Lebanon	0.50	0.52	0.52	Bahrain	0.64	0.65	0.66
Yemen, Rep.	0.35	0.37	0.39	Philippines	0.50	0.52	0.53	China	0.64	0.65	0.67
Sudan	0.36	0.38	0.39	Tunisia	0.51	0.52	0.52	Slovak Republic	0.66	0.66	0.67
Rwanda	0.36	0.38	0.39	Paraguay	0.51	0.53	0.54	United Arab Emirates	0.66	0.67	0.68
Côte d'Ivoire	0.36	0.38	0.40	Tonga	0.51	0.53	0.55	Serbia	0.67	0.68	0.69
Mauritania	0.35	0.38	0.41	St. Vincent and the Grenadines	0.52	0.53	0:54	Russian Federation	0.67	0.68	0.69
Ethiopia	0.37	0.38	0.39	Algeria	0.53	0.53	0.54	Hungary	0.67	0.68	0.69
Burkina Faso	0.36	0.38	0.40	Jamaica	0.52	0.53	0.95	Luxembourg	0.68	0.69	0.69
Uganda	0.37	0.38	0.40	Andonesia	0.53	0.54	0.55	Vietnam	0.67	0.69	0.71
Burundi	0.36	0.39	0.41	Dominica	0.53	0.54	0.56	Greece	0.68	0.69	0.70
Tanzania	0.38	0.39	0.40	El Salvador	0.53	0.55	0.56	Belarus	0,69	0.70	0.71
Madagascar	0.37	0.39	0.41	Kenya	0.53	0.55	0.56	United States	0.69	0.70	0.71
Zambia	0.38	0.40	0.41	Samon	0.54	0.55	0.56	Lithuania	0.70	0.71	0.72
Cameroon	0.38	0.40	0.42	Brazil	0.55	0.55	0.56	Latvia	0.69	0.71	0.72
Afghanistan	0.39	0.40	0.41	Jordan	0.54	0.55	0.56	Malta	0.70	0.71	0.72
Benin	0.38	0.40	0.42	North Macedonia	0.55	0.56	0.56	Croatia	0.70	0.71	0.72
Lesotho	0.38	0.40	0.42	Kowatt	0.55	0.56	0.58	Italy	0.72	0.73	0.74
Comoros	0.39	0.41	0.43	Grenada	0.56	0.57	0.57	Spain	0.72	0.73	0.74
Pakistan Iraq	0.40	0.41	0.42	Kosovo	0.56	0.57	0.58	Israel Iceland	0.74	0.75	0.75
Malawi	0.40	0.41	0.43	Saudi Arabia	0.56	0.58	0.59	Austria	0.74	0.75	0.76
Botswana	0.39	0.41	0.43	Azerbaijan	0.56	0.58	0.59	Germany	0.74	0.75	0.76
Congo, Rep.	0.39	0.42	0.44	Armenia	0.57	0.58	0.59	Czech Republic	0.74	0.75	0.76
Solomon Islands	0.41	0.42	0.43	Bosnia and Herzegovina	0.57	0.58	0.59	Poland	0.74	0.75	0.76
Senegal	0.40	0.42	0.43	West Bank and Gaza	0.57	0.58	0.59	Denmark	0.75	0.76	0.76
Gambia, The	0.39	0.42	0.44	Moldova	0.57	0.58	0.59	Cyprus	0.75	0.76	0.76
Marshall Islands, Rep.	0.40	0.42	0.44	Romania	0.57	0.58	0.60	Switzerland	0.75	0.76	0.77
South Africa	0.41	0.43	0.44	St. Kitts and Nevis	0.57	0.59	0.00	Belgium	0.75	0.76	0.77
Papua New Guinea	0.41	0.43	0.44	Palau	0.57	0.59	0.61	France	0.75	0.76	0,77
Togo	0.41	0.43	0.45	Iran, Islamic Rep.	0.58	0.59	0.60	Portugal	0.76	0.77	0.78
Namibia	0.42	0.45	0.47	Ecuador	0.59	0.59	0.60	Australia	0.76	0.77	0.78
Haiti	0.43	0.45	0.46	Antigua and Barbuda	0.58	0.60	0.61	Norway	0.76	0.77	0.78
Tuvalu	0.43	0.45	0.46	Kyrgyz Republic	0.59	0.60	0.61	Slovenia	0.77	0.77	0.78
Ghana	0.44	0.45	0.46	Sri Lanka	0.59	0.60	0.60	New Zealand	0.77	0.78	0.78
Timor-Leste	0.43	0.45	0.47	Uruguay	0.59	0.60	0.61	Estonia	0.77	0.78	0.79
Vanuatu	0.44	0.45	0.47	Argentina	0.59	0.60	0.61	United Kingdom	0.77	0.78	0.79
Lao PDR	0.44	0.46	0.47	St. Lucia	0.59	0.60	0.62	Netherlands	0.78	0.79	0.80
Gabon	0.43	0.46	0.48	Trinidad and Tobago	0.57	0.60	0.62	Ireland	0.78	0.79	0.80
Guatemala	0.45	0.46	0.47	Colombia	0.59	0.60	0.62	Sweden	0.79	0.80	0.81
Bangladesh	0.46	0.46	0.47	Peru	0.59	0.61	0.62	Macao SAR, China	0.79	0.80	0.80
Zimbabwe	0.44	0.47	0.49	Oman	0.60	0.61	0.62	Finland	0.79	0.80	0.80
Bhutan	0.45	0.48	0.50	Thailand	0.60	0.61	0.62	Canada	0.79	0.80	0.81
Myanmar	0.46	0.48	0.49	Malaysia	0.60	0.61	0.62	Korea, Rep.	0.79	0.80	0.81
Honduras	0.47	0.48	0.49	Mexico	0.60	0.61	0.62	Japan	0.80	0.80	0.81
Cambodia	0.47	0.49	0.51	Bulgaria	0.60	0.61	0.62	Hong Kong SAR, China	0.80	0.81	0.82
Kiribati	0.46	0.49	0.52	Mongolia	0.60	0.61	0.63	Singapore	0.87	0.88	0.89

Source: Banca Mondiale, Human Capital Index 2020

## 2.2.2 La relazione tra Human Capital Index e crescita economica futura.

Lo HCI può essere collegato alla crescita economica futura attraverso la logica del development accounting. La letteratura del development accounting utilizza una semplice funzione Cobb-Douglas per spiegare il livello di produzione aggregata.

$$y = Ak_p^{\alpha} k_h^{1-\alpha},$$

dove y è il PIL pro capite, A è la produttività e  $k_p$ ,  $k_h$  rappresentano il livello di capitale fisico e capitale umano per lavoratore presenti nell'economia.

Per analizzare come variazioni nel livello di capitale umano incidono sul reddito di lungo periodo, è utile riscrivere l'equazione nel modo seguente:

$$\frac{y^{\frac{1}{1-\alpha}}}{y^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}} = \frac{A^{\frac{1}{1-\alpha}}k_p^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}k_h}{y^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}$$

$$y = A^{\frac{1}{1-\alpha}} \left(\frac{k_p}{y}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} k_h$$

Quest'ultima equazione mostra chiaramente la relazione stretta e positiva tra PIL pro capite e capitale umano. Più in particolare, in questa formulazione si nota come il reddito pro capite aumenta proporzionalmente al capitale umano per lavoratore.

Per collegare questo *framework* con lo HCI sono necessari ulteriori passaggi. Anzitutto, si assuma che lo stock di capitale umano per lavoratore che entra nella funzione di produzione sopra riportata è uguale al capitale umano di un lavoratore medio. In secondo luogo, bisogna collegare il livello di capitale umano per lavoratore con l'indicatore di capitale umano costruito dalla Banca Mondiale. Per farlo, si considerino due differenti scenari. Il primo di questi è una situazione in cui l'attuale livello di salute e istruzione della forza lavoro persistono nel futuro e il livello di capitale umano corrisponde allo HCI. Si confronti questo scenario con un altro in cui l'intera futura forza lavoro raggiunge il livello massimo di anni di scuola aggiustati per la qualità (14), ed è in piena salute. In questo caso, invece, il livello di capitale umano raggiunge il suo massimo (HCI\*) ed è pari a 1. Assumendo che sia il livello di produttività, sia lo stock di capitale fisico non cambino, è possibile rapportare i due differenti scenari per creare uno stretto legame tra lo Human Capital Index e la futura crescita economica di un Paese, come mostrato nella seguente formula matematica:

$$\frac{y}{y^*} = \frac{HCI}{HCI^*}$$

$$y^* = \frac{1}{HCI} y$$

In particolare, un Paese che ha un HCI pari a x, potrà raggiungere in futuro un livello di PIL pro capite (y\*) pari a 1/x volte quello attuale (y) in caso di massima salute e completa istruzione. Per esempio, un Paese come il Marocco, che ha un HCI pari a circa 0,5, potrà avere nel lungo periodo un PIL pro capite 1/0,5 volte più elevato rispetto a quello attuale in caso di massima salute e completa istruzione.  $^{20}$ 

# 2.2.3 Limiti dello Human Capital Index.

Al pari di ogni altro esercizio di *benchmarking* tra Paesi, anche lo Human Capita Index possiede alcuni limiti.

- A. In primo luogo, alcune componenti dell'indicatore costruito dalla Banca Mondiale come i *test scores* o i tassi di arresto della crescita giovanile sono misurate poco frequentemente in alcuni Paesi oppure non vengono misurate affatto in altri.
- B. Inoltre, i *test scores* internazionali difficilmente misurano adeguatamente la qualità di un sistema educativo di un Paese. Lo Human Capital Index non contiene una misura affidabile della qualità dell'istruzione e tantomeno dell'istruzione universitaria, nonostante sia assodata l'importanza di quest'ultimo tipo di istruzione in un mondo che cambia velocemente.
- C. Ancora, poiché lo Human Capital Index utilizza stime approssimative dei ritorni economici di salute e istruzione per tutti i Paesi, non cattura le differenze tra gli stessi su come il capitale umano viene sfruttato. Ricordando la definizione dell'Indicatore, un bambino nato oggi può aspettarsi di essere HCI X 100% produttivo come futuro lavoratore rispetto al caso in cui consegua completa istruzione e massimo livello di benessere. Questa definizione assume implicitamente che un bambino nato oggi riesca in futuro a trovare occupazione. Inoltre, anche se tale bambino riesca a trovare occupazione, non è detto che potrà sfruttare al massimo le proprie skills e conoscenze nel contesto lavorativo in cui opera. In entrambi questi casi la letteratura economica parla di capitale umano sottoutilizzato.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> Banca Mondiale, *Human capital Index* 2020.

L'economista S. Pennings ha elaborato un indicatore chiamato *Utlization-adjusted Human Capital Index* (UHCI)<sup>21</sup>, che modifica l'indicatore originario della Banca Mondiale. Come suggerisce il nome, quest'ultimo indicatore aggiusta lo Human Capital Index per l'utilizzo del capitale umano nel mercato del lavoro. In particolare, lo UHCI è stato disegnato per completare l'indicatore della Banca Mondiale e non per sostituirlo. Infatti, i due indicatori hanno obiettivi differenti. Lo HCI sintetizza l'offerta di un fattore di produzione del futuro, mentre lo UHCI è un ibrido tra un indice dell'offerta del fattore produttivo lavoro e un indice di produttività del fattore lavoro (che misura quanto efficientemente il capitale umano è utilizzato nella produzione). E' necessario sottolineare che entrambi gli indicatori misurano esclusivamente gli effetti del capitale umano sul futuro PIL pro capite di un Paese (crescita economica). Tuttavia, questo è solo uno dei tanti benefici del capitale umano, che migliora anche il benessere individuale, soddisfazione esistenziale e qualità delle Istituzioni. Pennings ha costruito due indicatori che catturano aspetti differenti dello UHCI. Il *basic UHCI* è calcolato utilizzando il tasso di occupazione della popolazione in età lavorativa e moltiplicandolo per il valore dello HCI.

#### $Basic\ UHCI = Tasso\ di\ occupazione\ x\ HCI$

Il *Basic UHCI* risulta non essere fortemente collegato con lo Human Capita Index, infatti il coefficiente di correlazione è pari a 0,45. Ciò significa che il valore dello HCI non coincide con quello dello UHCI. In particolare, mediamente, lo UHCI è pari al 60% dello HCI.<sup>22</sup>

I tassi di occupazione sono di tipo *U-shaped* (Figura 12), rispetto all'andamento del PIL pro capite per Paese. I Paesi con alti redditi pro-capite sono caratterizzati da alti tassi di occupazione. Tale evidenza non è sorprendente perché non si spiegherebbe un reddito così elevato senza individui che vanno a lavorare. All'estremo opposto, vi sono i Paesi con bassi redditi pro capite. Questi ultimi presentano comunque alti tassi di occupazione. Ad esempio, il Burundi ha un *employment rate* pari a 0,8. Alti tassi di occupazione in Paesi con basso reddito si spiegano perché gli individui che abitano tali Paesi sono talmente poveri che hanno bisogno di lavorare per sopravvivere, ma il loro lavoro non contribuisce alla crescita del proprio Paese a causa di ragioni strutturali che non descriviamo in questa sede. La

-

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> D'ora in poi UHCI.

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> Banca Mondiale, *Human Capital Index 2020*.

conseguenza di questa evidenza empirica è che il valore dello UHCI di alcuni Paesi presenta valori più bassi anche se il tasso di occupazione è elevato. Quindi, lo UHCI tende ad aggiustare la misura di capitale umano rispetto allo HCI, come mostrato in Figura 13.

Figura 12
Source: Banca Mondiale, *Human Capital Index* 2020

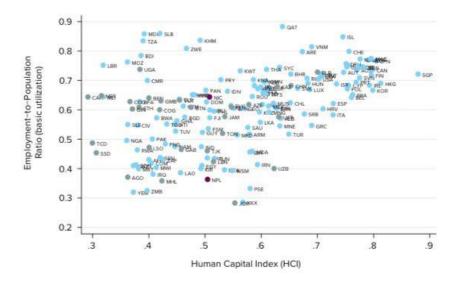
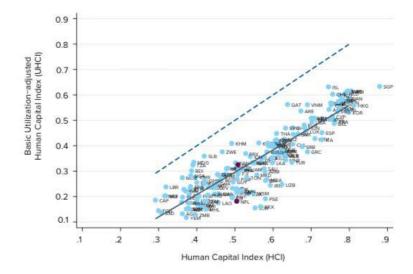


Figura 13

Source: Banca Mondiale, Human Capital Index 2020



Nonostante la misura del *Basic UHCI* sia semplice e intuitiva, non è in grado di catturare il sottoutilizzo del capitale umano risultante dalla differenza tra le competenze richieste dalla tipologia di lavoro e le skills e conoscenze che il lavoratore effettivamente possiede. Per questo motivo, Pennings ha introdotto il *Full UHCI*, che aggiusta il valore dell'indicatore per questo *mismatch* introducendo il concetto di *better employment*. Questo termine cattura le

categorie di lavoro in cui gli individui possono esprimere al meglio il loro capitale umano accumulato nel tempo.<sup>23</sup> La definizione di *better employment* si basa sul modo in cui il tipo di lavoro è organizzato (formale o informale), in particolare sulle categorie di lavoro che generano maggiore reddito. Il *Full UHCI* è la media ponderata per i pesi degli individui che lavorano in stato di *better employment*, cioè del *better employment rate* (BER) e coloro che invece lavorano in stato di sottoutilizzo.

I pesi sono rappresentati dai valori dello Human Capital Index: il valore minimo viene applicato ai lavoratori in stato di sottoutilizzo, mentre il valore effettivo viene applicato ai lavoratori in *better employment*.

$$Full\ UHCI = BER\ x\ HCI + (1-BER)\ x\ minimum\ HCI$$

Nonostante il tentativo di aggiustare l'indicatore di capitale umano della Banca Mondiale, sia il *Basic* sia il *Full UHCI* presentano alcuni caveat. Il primo e più importante dei quali è rappresentato dalla qualità dei dati disponibili. Infatti, i dati sul tasso di occupazione sono soggetti a grandi variazioni e di conseguenza devono essere interpretati con molta cautela per le decisioni di policy.

Il secondo caveat riguarda la misurazione dello stato di *better employment*. Questa terminologia è usata per catturare le categorie di occupazioni in grado di utilizzare al massimo il capitale umano dei lavoratori per incrementare la loro produttività. Non esiste, ad oggi, una definizione condivisa di *better employment* e quella utilizzata da Pennings è solo una semplificazione del concetto. Una possibile area di indagine futura potrebbe essere quella della ricerca di una definizione più empirica ed esaustiva di *better employment*.

Un'altra area che richiede approfondimenti è la ricerca di una relazione tra livello di capitale umano e tassi di utilizzo dello stesso. L'analisi di Pennings presuppone implicitamente che un individuo abbia livello di capitale umano medio e tasso di utilizzo medio. Tuttavia, è possibile che i sottogruppi di popolazione con determinati livelli di istruzione/più sani abbiano più possibilità di trovare lavoro o che lo trovino in posti di lavoro migliori. Questa relazione

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> S.Penning, *The Utilization-adjusted Human Capital Index (UHCI)*, settembre 2020.

- positiva tra capitale umano e il suo utilizzo può comportare un livello di indicatore più alto e spiegare le differenze di reddito tra Paesi in maniera più puntuale.
- D. Per concludere la ricognizione dei limiti dello HCI, sebbene quest'ultimo combini in un unico valore le componenti istruzione e salute di un Paese, non si può affermare che tale indicatore sia una misura di sintesi dei valori intrinseci di salute e istruzione di un dato Paese. Né tantomeno si tratta di un indice di benessere di un Paese. Lo Human Capital Index è semplicemente una misura del contributo del livello di salute e istruzione alla produttività di un futuro lavoratore.

#### 2.3 Fatti Stilizzati

A fronte dei limiti dello HCI precedentemente esaminati, è opportuno ora soffermarsi intorno a tre "fatti stilizzati", al fine di approfondire in maniera più organica la relazione tra capitale umano e crescita economica.

1. Andare a scuola non vuol dire imparare. La figura 14 sotto riportata evidenzia il contrasto tra i tassi di iscrizione nelle scuole (schooling) e l'apprendimento (learning) nel tempo. Il confronto ha considerato dati fra il 2000 e il 2010. Si nota chiaramente che i tassi di iscrizione aumentano nel tempo, mentre l'apprendimento si riduce.

Primary Enrollment Rate

80

95

90

2002 2004 2006 2008 2010 2000 2002 2004 2006 2008 2010

Year

Year

Figura 14

Source: Autori Vari, Measuring Human Capital, febbraio 2019

- 2. Eterogeneità nella crescita. Esiste una correlazione positiva tra learning e crescita economica. Tuttavia, i risultati sono significativi solo per i Paesi con reddito medio-alto rispetto ai Paesi in via di sviluppo. Questa evidenza indica un potenziale punto debole del capitale umano, nel senso che la sua interpretazione è applicabile solo in determinati Paesi.
  In altre parole, il capitale umano diventa condizione necessaria ma non sufficiente per la crescita economica. Deve essere accompagnato, per esempio, da istituzioni e mercati del lavoro che valorizzino le competenze e possano sfruttarle in maniera produttiva.<sup>24</sup>
- 3. Il capitale umano misurato qualitativamente è associato alla crescita. Quanto più il capitale umano viene misurato in termini di apprendimento (learning) e non solo di anni di scuola, tanto più la relazione con la crescita è significativa. E' importante sottolineare che, a differenza delle dinamiche riscontrabili nelle situazioni di cui al punto precedente, tale relazione si riscontra sia nei Paesi con alto reddito, sia nei Paesi considerati in via di sviluppo. Tuttavia, quest'ultimo fatto stilizzato non considera i Paesi comunisti e alcuni Paesi come la Siria, lo Yemen e lo Zimbabwe a causa delle guerre civili in atto.

A fronte dei suddetti fatti stilizzati derivanti dalla evidenza empirica, l'obiettivo di questa ricerca è quello di creare un indicatore di capitale umano che, a partire dal modello messo in atto dalla Banca Mondiale, faccia riferimento a "specifiche competenze" delle persone. Queste ultime rappresentano, infatti, la risorsa più preziosa per ogni Paese che voglia progredire. In particolare, la costruzione dell'indicatore si concentrerà sulle competenze scientifiche delle persone, cioè quelle più direttamente connesse allo sviluppo della tecnologia, globalizzate e adatte alla crescita delle economie moderne.

<sup>&</sup>lt;sup>24</sup> Autori Vari, *Measuring Human Capital*, febbraio 2019.

# **CAPITOLO 3**

# SCIENTIFIC-ADJUSTED HUMAN CAPITAL INDEX (SHCI): EVIDENZE EMPIRICHE

# 3.1 Inquadramento concettuale

L'indicatore della Banca Mondiale (HCI), descritto nel capitolo precedente, misura la produttività attesa di un futuro lavoratore rispetto al caso di completa istruzione e piena salute dell'individuo. Questa definizione assume implicitamente che il livello di completa istruzione aggiustata per la sua qualità corrisponda a 14 anni. In altre parole, la Banca Mondiale considera esclusivamente il livello di istruzione "obbligatorio", o pre-universitario, misurandone la qualità attraverso test internazionali che fanno riferimento all'apprendimento durante la scuola secondaria di primo grado. Se da un lato, la componente istruzione così considerata aiuta a spiegare le differenze di reddito nei Paesi in via di sviluppo, dall'altro lato tale modalità di misurazione non è esaustiva nello spiegare le differenze di reddito tra i Paesi più sviluppati. Infatti, a differenza delle economie più arretrate, in quelle sviluppate non basta raggiungere il livello di istruzione obbligatorio, ma è necessaria una formazione anche universitaria. Per capire come e con quale incidenza quest'ultimo tipo di formazione determini le differenze di PIL pro capite tra Paesi, occorre considerare un tipo di istruzione "scientifica", basata cioè sulle materie definite STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics).

In questo capitolo approfondisco la metodologia che ho utilizzato per costruire due *Scientific-adjusted Human Capital Indeces* (SHCIs). Tali indicatori, come suggerisce il loro stesso nome, hanno esteso lo HCI della Banca Mondiale per la componente scientifica dell'istruzione, misurata attraverso la percentuale di laureati in materie STEM per Paese, rispetto al totale dei laureati. Per valutare l'impatto dei nuovi indicatori sui livelli di crescita per Paese, ho svolto le regressioni lineari attraverso *Microsoft Excel*.

Il primo dei due indicatori da me definito, il Basic SHCI, migliora la componente qualitativa dell'istruzione dello HCI, aggiustandola per la percentuale di laureati in materie STEM per Paese. In termini più tecnici, la nuova componente dell'indicatore è costruita moltiplicando gli anni di scuola aggiustati per la qualità per la percentuale di laureati in materie STEM. Questo risultato deve essere poi tradotto in termini di produttività attesa attraverso il *return to schooling*, che assumo pari all' 8%, in accordo con la Banca Mondiale. La formula matematica da me elaborata a conclusione di questo processo di "aggiustamento" della componente istruzione è la seguente:

Scientific  $Education = e^{(0.08*\%STEM*(Expected Years of Schooling*\frac{Test}{625}-14)}$ 

Ho ottenuto il Basic SHCI moltiplicando la nuova componente dell'istruzione per il tasso di sopravvivenza e per lo stato di salute di ogni Paese, attraverso la seguente formula:

 $Basic\ SHCI = Scientific\ Education * Survival * Health$ 

Il secondo indicatore, il Full SHCI, è stato da me ottenuto con l'obiettivo di completare il precedente, considerando il tasso di utilizzo dei laureati in materie STEM e moltiplicandolo per il Basic SHCI. Per il calcolo del Full SHCI sono stati analizzati i *job sectors* dove i laureati STEM trovano maggiore occupazione e che dunque beneficiano maggiormente delle loro competenze. Più in particolare, nella costruzione del Full SHCI ho considerato il tasso di utilizzo dei laureati in materie STEM come la percentuale degli occupati nel settore dei servizi per Paese, moltiplicata per il valore del Basic SHCI, così come si evince dalla seguente formula:

Full SHCI = Basic SHCI \* Utilization Rate STEM Graduates

#### 3.2 Dati e Misurazioni

Come già sottolineato, l'obiettivo di questa ricerca è quello di costruire un indicatore che aggiusti lo HCI per una specifica componente qualitativa dell'istruzione, lasciando immutate le altre componenti dell'indicatore costruito dalla Banca Mondiale. Il mio indicatore (SHCI) introduce una nuova variabile all'interno dello HCI, rappresentata dal livello di istruzione universitaria e in particolare dalla formazione in materie STEM.

Lo HCI del 2020 è stato calcolato dalla Banca Mondiale per un elevato numero di Paesi (174), anche se per la costruzione dello SHCI sono stati utilizzati soltanto 40 Paesi<sup>25</sup>, a causa della scarsità dei dati disponibili circa la percentuale di laureati in materie STEM per Paese. Sia per il Basic che per il Full SHCI sono stati utilizzati i dati provenienti dal database OECD e integrati con quelli presentati dalla Banca Mondiale nel 2020 relativi allo HCI. Per quanto riguarda il Full SHCI, è stato anche necessario reperire dati circa i tassi di occupazione per settori, provenienti dall'International Labour Organization (ILO).

# 3.2.1 Basic SHCI

Il processo di costruzione dei nuovi indicatori muove dalla rappresentazione delle caratteristiche proprie del Basic SHCI. Il dato extra, rispetto allo HCI, richiesto per la costruzione di quest'ultimo indicatore è costituito dalla percentuale di laureati in materie STEM per Paese. La principale fonte di dati sulla percentuale di laureati in materie STEM per Paese è quella dell'OECD, in particolare la voce "Distributions of graduates and entrants by field", riferita al 2018 (ultimi dati disponibili). I dati disponibili riguardano oltre 50 paesi, divenuti 40 in seguito al vincolo della disponibilità di dati sul PIL pro capite per Paese. <sup>26</sup>

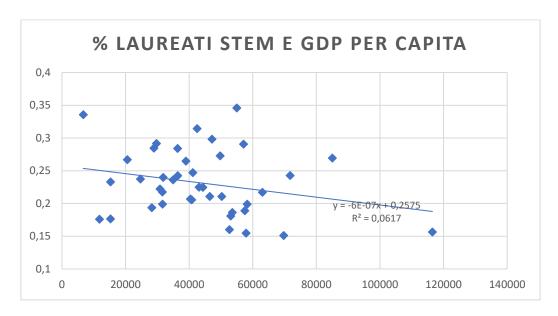
Il grafico in Figura 15 l'ho realizzato considerando la relazione tra la percentuale di laureati in materie STEM per Paese rispetto al totale dei laureati (asse verticale) e il PIL pro capite di ogni Paese (asse orizzontale) con riferimento al 2018.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> Australia, Austria, Belgio, Brasile, Canada, Cile, Colombia, Repubblica Ceca, Danimarca, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Ungheria, Islanda, India, Indonesia, Irlanda, Israele, Italia, Korea, Lettonia, Lituania, Lussemburgo, Messico, Olanda, Nuova Zelanda, Norvegia, Polonia, Portogallo, Russia, Slovacchia, Slovenia, Spagna, Svezia, Svizzera, Turchia, Regno Unito, Stati Uniti d'America.

<sup>&</sup>lt;sup>26</sup> I dati sul PIL pro capite e sulla percentuale di laureati in materie STEM sono scaricabili sul sito: https://stats.oecd.org

Figura 15

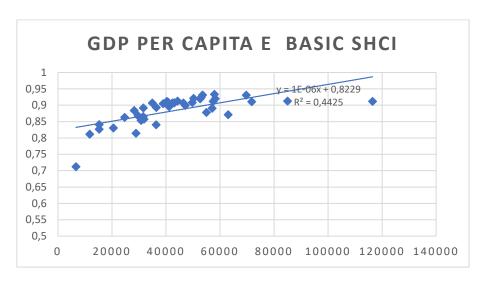


Elaborazione dell'autore

Come emerge dal grafico sopra riportato, non vi è una stretta relazione tra scienziati, intesi come laureati in materie STEM, e PIL pro capite per Paese. Infatti, i Paesi rappresentati dai singoli puntini del grafico sono distribuiti in forma irregolare rispetto alle due variabili considerate. Inoltre, non evidenziano una significativa correlazione tra le stesse variabili, come suggerisce l'inclinazione negativa della retta di regressione in blu. In definitiva, la disponibilità di scienziati in un Paese è condizione necessaria ma non sufficiente per la crescita economica. Per poter innovare o adottare nuove tecnologie che permettano al PIL pro capite di crescere è necessario altresì che gli scienziati vengano messi nelle condizioni più efficaci per poter implementare le proprie competenze.

A questo punto, se inseriamo la componente di istruzione scientifica all'interno dello HCI, i risultati ottenuti mostrano una forte correlazione (0,67) tra il mio indicatore (Basic SHCI) e il PIL pro capite dei Paesi, come evidenziato dalla inclinazione positiva della retta di regressione in Figura 16 e dalla conseguente collocazione dei singoli Paesi. Inoltre, 1'R al quadrato è pari a 0,44. L'interpretazione di questo valore è il contributo percentuale con cui la variabile dipendente (SHCI) è spiegata dalla variabile indipendente (PIL pro capite). Infine, l'errore standard è pari a 0,03. La Figura 16 mostra tale relazione. L'asse orizzontale misura il livello di PIL pro capite nel 2018, mentre l'asse verticale il valore dello SHCI.

Figura 16

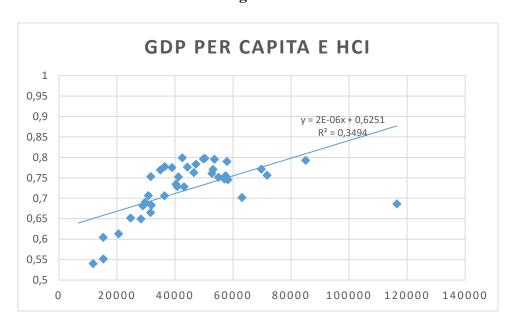


Elaborazione dell'autore

I risultati da me ottenuti con quest'ultima regressione hanno migliorato la relazione tra il PIL pro capite di un Paese e il livello di capitale umano, rispetto allo HCI costruito dalla Banca Mondiale.

La Figura 17 mostra, infatti, che il coefficiente di correlazione tra le due variabili considerate (PIL pro capite e HCI) è pari a 0,59, rispetto allo 0,67 del mio indicatore. L'R al quadrato con riferimento allo HCI è di 0,35, rispetto allo 0,44 del Basic SHCI, ed errore standard 0,06, rispetto allo 0,03 della rappresentazione precedente. La regressione fa riferimento ai 40 Paesi considerati in precedenza per rispettare il principio della omogeneità nel confronto tra le variabili oggetto di ricerca.

Figura 17



Elaborazione dell'autore

#### **3.2.2 Full SHCI**

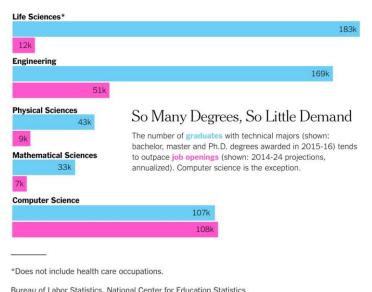
Oltre allo HCI e ai dati sulla percentuale di laureati in materie STEM per Paese, per la costruzione del Full SHCI ho dovuto reperire anche dati sul tasso di occupazione nel settore dei servizi per Paese. La principale fonte di dati sull'occupazione per settori è rappresentata dal database dell'ILO, in particolare la sezione "employment distribution by economic activity", con riferimento agli ultimi dati disponibili.<sup>27</sup>

Ai fini della analisi di questa ricerca, ho considerato rilevante il settore dei servizi, escludendo l'agricoltura e l'industria, in quanto tale settore sfrutta maggiormente le competenze in materie STEM. Affermare "lei è uno STEM" è considerato un vero e proprio complimento, a causa del vantaggio che quel tipo di laureato possiede rispetto al resto dei laureati non STEM. L'apprezzamento dell'istruzione STEM deriva dal fatto che queste materie aprono ad ampie opportunità di lavoro. STEM è una categoria ampia, che abbraccia molte discipline e occupazioni. Studi recenti hanno evidenziato che i lavori STEM ben retribuiti risiedono nella "T" di *Technology*, oggi intesa come informatica (*computer science*). A. Chamberlain, capo economista di Glassador, un sito di annunci di lavoro, ha affermato che esiste un enorme divario tra i ruoli nell'ambito della tecnologia informatica e delle scienze tradizionali.

In uno studio recente, E. Lazowska, professore di informatica presso l'Università di Washington, si è concentrato sulle previsioni di occupazione del Bureau of Labor Statistics nelle categorie STEM. Secondo le sue stime, riportate nella Figura 18, entro il 2024 il 73% della crescita dei posti di lavoro STEM riguarderà occupazioni informatiche, ma solo il 3% sarà nelle scienze fisiche e il 3% nelle scienze della vita.

<sup>&</sup>lt;sup>27</sup> I dati sui tassi di occupazione per settore sono scaricabili sul sito: https://ilostat.ilo.org/data/

Figura 18



Bureau of Labor Statistics, National Center for Education Statisti

Source: New York Times, Where the STEM Jobs Are (and Where They Aren't), 1 novembre 2017

I tassi di disoccupazione per i laureati STEM possono essere bassi, ma non tutti quelli con diplomi universitari finiscono nel loro campo di studio: solo il 13% nelle scienze della vita e il 17% nelle scienze fisiche, secondo un sondaggio della National Science Foundation del 2013. L'informatica è l'unico campo STEM in cui più della metà dei laureati è impiegata nel proprio campo.<sup>28</sup>

Con riferimento all'Italia, il Rapporto 2018 sugli esiti occupazionali pubblicato da AlmaLaurea ha evidenziato un tasso di occupazione dei laureati STEM a cinque anni dal titolo pari all'89,3%. Per l'analisi degli esisti occupazionali si è ritenuto opportuno concentrarsi sui laureati di secondo livello a cinque anni dal conseguimento del titolo. Infatti, i laureati di primo livello proseguono in larga parte (58,6%) la formazione iscrivendosi alla laurea magistrale. Il Rapporto sulla Condizione Occupazionale ha riguardato oltre 30.600 laureati STEM di secondo livello (magistrali biennali e magistrali a ciclo unico) del 2012, intervistati nel 2017 a cinque anni dal titolo. Rivolgendo l'attenzione al settore di attività, i laureati di secondo livello in ambito STEM sono occupati più frequentemente nel settore privato (83,7%); il 14,3% è occupato nel settore pubblico e solo l'1,3% nel no-profit. A livello complessivo, il 48,4% dei laureati di secondo livello STEM è occupato nel

<sup>28</sup> The New York Times, Where the STEM Jobs Are (and Where They Aren't), 1 novembre 2017.

-

settore dei servizi. Più in dettaglio, il 10,5% è occupato in istruzione e ricerca, seguito dal ramo delle consulenze e informatica.<sup>29</sup>

Pur disponendo di una mole di dati per Paese molto ampia, il vincolo del precedente database ha ristretto l'analisi ai 40 Paesi analizzati nel caso del Basic SHCI.

Il grafico nella Figura 19 è stato da me realizzato al fine di studiare la correlazione tra il benessere di un Paese, in termini di PIL pro capite, e il peso del settore dei servizi nello stesso, in termini di percentuale di occupati in tale settore. La retta di regressione in blu mostra la relazione positiva, riferita al 2018, tra la percentuale di occupati nel settore dei servizi e il PIL pro capite dei Paesi. L'asse orizzontale rappresenta il PIL pro capite dei Paesi considerati, mentre l'asse verticale la percentuale di occupati nel settore dei servizi, rispetto al totale degli occupati. Come suggerisce la distribuzione dei puntini rappresentativi dei Paesi, quelli più ricchi presentano un tendenziale maggior numero di occupati nel settore dei servizi, con un coefficiente di correlazione di 0,72 ed un R al quadrato pari a 0,525. Questo significa che almeno il 52,5% del livello di occupati nei servizi è spiegato dal livello di PIL pro capite in un dato Paese. Sottolineo, inoltre, un errore standard pari a 0,07.

GDP PER CAPITA E SETTORE DEI **SERVIZI** 1,2 = 4F-06x + 0.54141  $R^2 = 0.5248$ 0,8 0,6 0,4 0,2 0 0 20000 40000 60000 80000 100000 120000 140000

Figura 19

48

Elaborazione dell'autore

<sup>&</sup>lt;sup>29</sup> AlmaLaurea, Comunicato Stampa, *Lauree STEM: performance universitarie, esiti occupazionali e gender gap*, 15 febbraio 2019.

In considerazione di quest'ultima correlazione, ho costruito il Full SHCI, moltiplicando il valore del Basic SHCI per il tasso di occupati nel settore dei servizi.

I risultati da me ottenuti ottimizzano nettamente sia la relazione tra l'indicatore di capitale umano costruito dalla Banca Mondiale (HCI) e il PIL pro capite dei Paesi, sia di conseguenza quella tra il Basic SHCI e il PIL pro capite di ogni Paese analizzato. La regressione tra il mio Full SHCI e Il PIL pro capite per Paese, da me elaborata e rappresentata nella Figura 20, ha evidenziato un coefficiente di correlazione pari a 0,76. Inoltre, l'R al quadrato è 0,57 con un errore standard pari a 0,07. I puntini rappresentativi dei Paesi mostrano la forte relazione tra il livello di PIL pro capite di un Paese e il valore del Full SHCI: Paesi con livelli di reddito più alti presentano Full SHCI elevati.

GDP PER CAPITA E FULL SHCI 0,9 y = 4E-06x + 0,44560,8  $R^2 = 0.5725$ 0,7 0,6 0,5 0,4 0,3 0,2 20000 40000 60000 80000 100000 120000 140000

Figura 20

Elaborazione dell'autore

La Tabella 3 è stata da me costruita al fine di confrontare in maniera più sintetica le regressioni che ho effettuato rispettivamente tra HCI, Basic SHCI e Full SHCI e PIL pro capite dei Paesi. Le variabili del confronto sono il coefficiente di correlazione, l'R al quadrato e l'errore standard.

Tabella 3

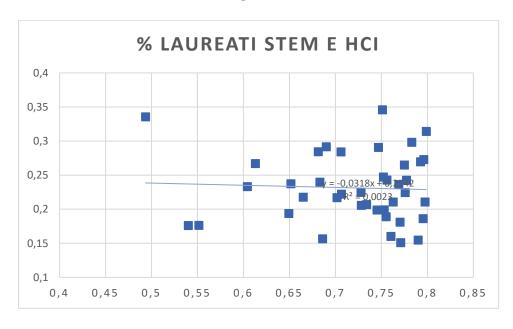
	Coefficiente	R al quadrato	Errore Standard	
	Correlazione			
GDP PER CAPITA E	0,59	0,35	0,06	
HCI				
GDP PER CAPITA E	0,67	0,44	0,03	
Basic SHCI				
GDP PER CAPITA E	0,76	0,57	0,07	
Full SHCI				

Elaborazione dell'autore

# 3.2.3 Confronto tra SHCI e HCI

Le due componenti dello SHCI, la percentuale di laureati in materie STEM e HCI sono rappresentate nella Figura 21 (per il Basic SHCI). Anzitutto, è possibile notare come queste componenti sono fra loro debolmente correlate. Infatti, la retta di regressione dei Paesi rappresentativi dei puntini blu ha una pendenza quasi piatta, che evidenzia la dispersione irregolare dei Paesi rispetto alle variabili considerate.

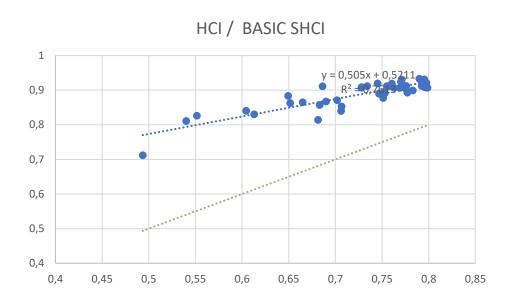
Figura 21



Elaborazione dell'autore

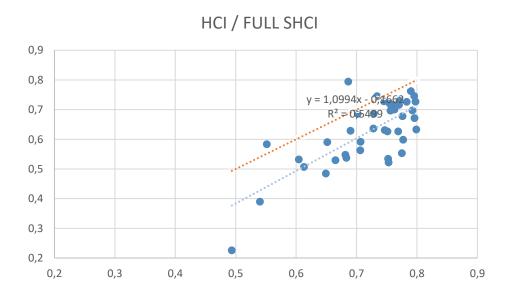
Tale evidenza spiega perché i livelli di Basic e Full SHCI e HCI differiscono tra loro, come mostrato nei grafici delle Figure 22 e 23. In particolare, se i valori degli indicatori da me costruiti coincidessero con quelli dello HCI, allora i puntini si collocherebbero sulla retta grigia della Figura 22 e arancione della Figura 23 con inclinazione 45 gradi. Al contrario, i puntini rappresentativi del Basic SHCI si collocano al di sopra della retta a 45 gradi (Figura 22), mentre i puntini rappresentativi il Full SHCI si collocano al di sotto di tale retta (Figura 23).

Figura 22



Elaborazione dell'autore

Figura 23



Elaborazione dell'autore

#### 3.3 Relazione tra SHCIs e crescita economica futura.

Al pari dello HCI della Banca Mondiale, anche i miei due indicatori (Basic e Full SHCI) possono essere collegati alla crescita economica futura dei Paesi. La metodologia che ho sfruttato per capire in che modo il Basic e il Full SHCI incidano sulle prospettive di crescita futura consiste in un esercizio di *development accounting*, molto simile alla logica utilizzata dalla Banca Mondiale. Più in particolare, è utile soffermarsi sul Full SHCI, per la sua migliore correlazione con i livelli di reddito pro capite dei Paesi. In ogni caso, è possibile applicare lo stesso procedimento per il Basic SHCI. Come evidenziato nel capitolo precedente, la letteratura del *development accounting* mostra che il PIL pro capite di un Paese risulta essere strettamente collegato al suo livello di capitale umano. La formula matematica che descrive questa relazione, già ricavata nel Capitolo 2, è la seguente:

$$y = A^{\frac{1}{1-\alpha}} \left( \frac{k_p}{y} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} k_h,$$

dove y è il PIL pro capite, A è la produttività e  $k_p$ ,  $k_h$  rappresentano il livello di capitale fisico e capitale umano per lavoratore presenti nell'economia.

Quest'ultima equazione risponde alla domanda "di quanto un aumento del livello di capitale umano fa aumentare il reddito pro capite di un Paese?" La risposta, suggerita dalla formulazione sopra riportata, è che il reddito pro capite aumenta proporzionalmente rispetto al livello di capitale umano.

A questo punto, per comprendere l'effetto del mio Full SHCI sulla crescita futura, è necessario collegare il livello di capitale umano per lavoratore con l'indicatore di capitale umano da me costruito. Per farlo, si considerino due differenti scenari. Il primo di questi è una situazione in cui l'attuale livello di salute, istruzione "scientifica" e tasso di utilizzo della forza lavoro persistono nel futuro e il livello di capitale umano è pari al Full SHCI. Si confronti questo scenario con un altro in cui l'intera futura forza lavoro raggiunge il livello massimo di istruzione "scientifica", cioè di laureati in materie STEM, pieno tasso di utilizzo degli stessi ed è in piena salute. In questo caso, invece, il Full SHCI assumerebbe valore massimo e pari a 1. Assumendo che sia il livello di produttività, sia lo stock di capitale fisico non cambino, è possibile rapportare i due differenti scenari per creare uno stretto legame tra il Full SHCI e la futura crescita economica di un Paese, come mostrato nella seguente formulazione:

$$\frac{y}{y^*} = \frac{FullSHCI}{FullSHCI^*}$$

$$y^* = \frac{1}{FullSHCI} y$$

In particolare, un Paese che ha un Full SHCI pari a x, potrà raggiungere in futuro un livello di PIL pro-capite ( $y^*$ ) pari a 1/x volte quello attuale (y) in caso di massima salute, completa istruzione "scientifica" e pieno tasso di utilizzo.

Consideriamo per esempio la Polonia e Svizzera. Entrambi i Paesi hanno circa lo stesso valore dello HCI pari a 0,75. Tuttavia, il PIL pro capite dei due Paesi con riferimento al 2018 è nettamente maggiore in Svizzera rispetto alla Polonia. I due Paesi hanno differenti percentuali di laureati STEM: 19,8% in Polonia e 24,26% in Svizzera. La differenza nel livello qualitativo dell'istruzione conduce a diversi valori del mio Basic SHCI: 0,89 per la Polonia e 0,91 per la Svizzera. Questo significa che le prospettive di crescita saranno maggiori per la Polonia rispetto alla Svizzera, visto che la prima ha sfruttato meno il proprio capitale umano. In particolare, secondo il mio indicatore, le prospettive di crescita della Polonia sono pari a 1,23 volte il PIL pro capite attuale, se dovesse raggiungere il livello massimo di istruzione scientifica e completa salute. Nel caso della Svizzera, invece, tali prospettive sono pari a 1,09 volte il PIL pro capite attuale.

Passando poi al Full SHCI, si evidenzia un importante gap tra i due Paesi in termini di utilizzo "scientifico" del capitale umano. La percentuale di occupati nel settore dei servizi è infatti 58,57% in Polonia e 76,51% in Svizzera. Questa evidenza spiega la differenza ancora più ampia in termini di Full SHCI tra i due Paesi (0,52 per la Polonia e 0,69 per la Svizzera). Secondo il Full SHCI le prospettive di crescita tra i due Paesi sono ancora più accentuate: circa 2 volte il PIL pro capite attuale nel caso della Polonia e circa 1,4 volte il PIL attuale nel caso della Svizzera, a condizione che in questi Paesi il capitale umano dovesse raggiungere il livello di massima istruzione "scientifica", completa salute e pieno tasso di utilizzo.

Sempre con riferimento al Full SHCI, un caso davvero interessante è rappresentato dall'India. In questo Paese, infatti, le prospettive di crescita secondo lo HCI della Banca Mondiale sono pari a 2,03 volte il PIL pro capite attuale, mentre utilizzando il mio indicatore tali prospettive risultano pari a 4,43 volte il PIL pro capite attuale.

# 3.4 Caveats e Conclusioni

Questa ricerca ha l'obiettivo di aggiustare l'indicatore di capitale umano costruito dalla Banca Mondiale (HCI), al fine di migliorare la relazione tra livello di capitale umano di un Paese e livello di crescita economica, misurata in termini di PIL pro capite con riferimento al 2018. Coerentemente con lo HCI, i nuovi due indicatori (Basic e Full SHCI) sono stati ricavati attraverso un processo che

descrivo di seguito e che fanno riferimento ad un numero limitato di Paesi (40) rispetto ai 174 analizzati dalla Banca Mondiale, a causa della scarsa disponibilità di dati.

Il capitale umano, misurato dalla Banca Mondiale, mostra una debole correlazione con il PIL pro capite dei Paesi considerati nella mia analisi. Aggiustando tale indicatore per una componente qualitativa dell'istruzione, invece, i risultati appaiono più rilevanti sia in termini di correlazione tra le due variabili, sia in termini di significatività della regressione. In altre parole, limitare l'analisi dell'ingrediente istruzione ai soli anni di scuola obbligatoria aggiustati per la qualità non basta a spiegare le differenze di reddito tra Paesi, soprattutto tra quelli con economie avanzate.

In primo luogo, ho costruito il Basic SHCI, che utilizza la percentuale di laureati in materie STEM per completare la componente istruzione dell'indicatore di capitale umano, che diventa così "istruzione scientifica".

In secondo luogo, ho completato il Basic SHCI per una misura di tasso di utilizzo del capitale umano formato in materie STEM ottenendo il Full SHCI. Il tasso di utilizzo che ho considerato ai fini della ricerca tiene conto dei settori occupazionali in cui i laureati in materie STEM possono sfruttare a pieno il loro capitale umano. Ho definito il tasso di utilizzo dei laureati in materie STEM come la percentuale di occupati nel settore dei servizi, escludendo l'industria e l'agricoltura. In questi ultimi settori, infatti, il capitale umano con formazione scientifica potrebbe avere meno impatto sulla produttività del Paese. Tuttavia, questa definizione non vuole e non deve essere considerata come un giudizio di valore, ma come una semplice approssimazione dell'utilizzo dei laureati in materie STEM. Quest'ultimo indicatore evidenzia una relazione molto forte tra il livello di capitale umano e PIL pro capite dei Paesi oggetto d'analisi. Tuttavia, il Full SHCI non spiega del tutto le differenze di crescita economica tra Paesi.

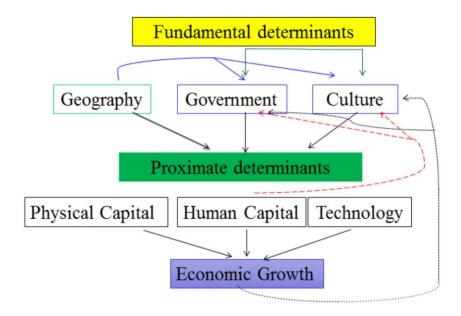
A questo punto è opportuno chiedersi cosa manca nell'analisi fin qui svolta. Il capitale umano, e più in particolare il capitale umano formato in materie scientifiche, infatti, non basta a giustificare la crescita più sostenuta di alcuni Paesi rispetto a quella più lenta di altri. Lo SHCI presenta i tre seguenti caveats:

1. Qualità e quantità dei dati. Per quanto riguarda la qualità dei dati, la percentuale di laureati in materie STEM è soggetta a variazioni continue nel tempo ed all'interno dello stesso Paese. Per esempio, è possibile che gran parte dei laureati STEM si concentrino in alcune zone di un Paese rispetto ad altre. Per quanto riguarda la quantità dei dati, il problema è dovuto alla limitata disponibilità di dati poiché non tutti i Paesi hanno istituzioni preposte ad effettuare la

- raccolta di dati. Questo tema limita inevitabilmente la significatività della mia analisi, che si concentrata solo su 40 Paesi.
- 2. Definizione di tasso di utilizzo scientifico del capitale umano. Come detto in precedenza, considerare il tasso di utilizzo come il tasso di occupazione nel settore dei servizi è una semplice approssimazione. Naturalmente, ci sono tanti esempi di occupazioni in cui i laureati STEM possono sfruttare il proprio patrimonio di skills e conoscenze, ma la letteratura è concorde nell'affermare che il settore della tecnologia intesa come *computer science* è quello più lungimirante nel lungo periodo.
- 3. Differenze nei *fundamentals* dei Paesi. I fattori analizzati nei modelli di crescita economica, quali accumulazione di capitale fisico, capitale umano, stato della tecnologia, ecc. non sono cause della crescita, ma sono la crescita. La domanda da porsi adesso è la seguente: perché alcuni Paesi hanno differenti livelli di capitale umano? La possibile risposta risiede nella qualità delle istituzioni. Queste ultime, infatti, rappresentano le regole del gioco. I giocatori, invece, sono gli agenti economici e le organizzazioni di un Paese. In questo contesto, le istituzioni devono essere intese sia a livello di Governo centrale, che ha come obiettivo la correzione dei fallimenti del mercato, ma anche e soprattutto a livello di sistema di istruzione di un Paese. A loro volta, le istituzioni dipendono da elementi ancora più profondi, come la cultura di un Paese (Trust, Openness to new ideas, Hard Work, Forward-looking attitude, ecc.) e la sua geografia (vicinanza al mare, distanza dall'equatore, presenza di risorse naturali, ecc.). Tutti questi elementi, definiti *fundamentals* della crescita economica, non vengono considerati nei due nuovi indicatori di capitale umano da me costruiti. La figura seguente sintetizza tutti gli elementi che determinano la crescita economica, a partire da quelli più profondi fino a quelli più di prossimità.

<sup>&</sup>lt;sup>30</sup> Autori Vari, Entrepreneurship, institutional economics, and economic growth: an ecosystem perspective, 6 marzo 2018.

Figura 24



Source: D.Weil, Economic Growth, Third Edition, 2013

Per concludere, questo studio non ha potuto e non ha voluto considerare tutti gli elementi che, in modo più o meno determinante, incidono sulla crescita delle economie. Tuttavia, esso avrà svolto un ruolo di una qualche utilità se avrà convinto il lettore dell'importanza del capitale umano, definito in modo specifico relativamente alle skills e conoscenze che esso deve avere per concorrere alla crescita, non solo economica ma anche umana, di un territorio. Credo fortemente che il benessere di un Paese prescinda dal modo in cui questo viene misurato (PIL pro capite, PIL aggregato, Green PIL, ecc.) e dipenda in ultima istanza dalla qualità persone che lo abitano. Il capitale umano determina il livello tecnologico di un Paese e l'accumulazione di capitale fisico dello stesso. Ed è sempre il capitale umano che caratterizza la cultura di un Paese e di conseguenza la qualità delle Istituzioni che lo governano e ne stabiliscono le regole del "gioco".

# **Bibliografia**

AlmaLaurea, Comunicato Stampa, Lauree STEM: performance universitarie, esiti occupazionali e gender gap, 15 febbraio 2019.

Autori Vari, *How countries can reduce child stunting at scale: lessons from exemplar countries*, The American Journal of Clinical Nutrition, 2020.

Autori Vari, Long term consequences of early childhood malutrition, Oxford Economic Papers, 2006.

Autori Vari, STEM Graduate Students' Development at the Intersection of Reaserch, Leadership, and Innovation, Journal of College Science Teaching, 15 marzo 2020.

Autori Vari, World Bank, Measuring Human Capital, febbraio 2019.

- A. Cegolon, Il valore educativo del capitale umano, 2012.
- D. Schilirò, Crescita economica, conoscenza e capitale umano. Le teorie e i modelli di crescita endogena di Paul Romer e Robert Lucas, settembre 2006.
- D. Weil, Economic Growth, Third Edition, 2013.
- F. Caselli, *Accounting for Cross-Country Income Differences*, Handbook of Economic Growth, 2005 IEA TIMSS, *Rapporto Nazionale TIMSS* 2019.
- J.W. Lee, H. Lee, *Human Capital in the Long Run*, Journal of Development Economics, 2016.
- L. Pritchett, *Where has all the education gone?*, settembre 2001.
- M. Croak, *The Effects of STEM Education on Economic Growth*, Union College, giugno 2018.
- M. Kaffenberger, L. Pritchet, *More school or more learning? Evidence from learning profiles from the financial inclusion insights data*, 2017.
- M. Nosvelli, La misurazione del capitale umano: una rassegna della letteratura, 2009.
- A. Mantovi, *Capitale umano e crescita economica*, Capitale Intellettuale (rivista di cultura aziendale), 3 febbraio 2015.
- N. Angrist, H.A. Patrinos, *Global Dataset on Education Quality: A Review and Update* (2000-2017), 2018.
- O. Blanchard, Macroeconomia: Una prospettiva europea, 2016.

OECD, Competencies for the Knowledge Economy, 2001.

OECD, Education at a Glance: OECD indicators, 2018.

OECD, Skills for growth: human capital composition and economic performance, 5 febbraio 2016.

OECD, The Well-being of Nations: The Role of Human and Social Capital, 2001.

Ozturk, *The role of education in economic development: a theoretical perspective*, Journal of Rural Development and Administration, 2001.

R. Florida, *The Economic Geography of Talent*, Annals of the Association of American Geographers, 2002.

R. Lucas, On the Mechanics of Economic Development, 1988.

R. Solow, A contribution to the theory of economic growth, Quarterly Journal of Economics, 1956.

S. Destefanis, La misurazione del capitale umano: tematiche di base e sviluppi recenti, gennaio 2012.

S. Pennings, World Bank, The Utilization-adjusted Human Capital Index (UHCI), settembre 2020.

A. Smith, La Ricchezza delle Nazioni, 1776.

T. Swan, Economic growth and capital accumulation, Economic Record, 1956.

The New York Times, Where The STEM Jobs Are (and Where They Aren't), 1 novembre 2017.

UNICEF, Education under Threat in West and Central Africa, 2019.

Visco, Intervento del Governatore della Banca d'Italia presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore, sede di Roma, gennaio 2015.

Visco, Investire in conoscenza. Crescita economica e competenze per il XXI secolo, Il Mulino, 2014.

World Bank, The Human Capital Index, 2020.

World Bank, The Human Capital Project, 2018.

#### **Dataset**

OECD Statistics, https://stats.oecd.org/

International Labour Organization (ILO) Statistics, <a href="https://ilostat.ilo.org/data/">https://ilostat.ilo.org/data/</a>