



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA**  
**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI**  
**"M. FANNO"**

**CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA**

**PROVA FINALE**

**AUTOMAZIONE E NUOVI TASK**

**RELATORE:**

**CH.MO/A PROF./SSA Donata Favaro**

**LAUREANDO/A: Martinelli Riccardo**

**MATRICOLA N. 1216400**

**ANNO ACCADEMICO 2021 – 2022**

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

*I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.*

Firma (signature) ..... *Riccardo Martinelli* .....

## **Sommario:**

### **Introduzione (3)**

#### **1. Le perplessità generate dall'avvento del progresso tecnologico**

1.1 Gli effetti dell'innovazione tecnologica nel XIX secolo (4)

1.2 L'impatto sui lavoratori (4)

1.2.1 Velocità di diffusione delle ICT (5)

1.3 La teoria della compensazione (8)

1.3.1 Cambiamento tecnologico incorporato (9)

#### **2. La disoccupazione tecnologica**

2.1 Cambiamento tecnologico basato sulle competenze (SBTC) (10)

2.2 Cambiamento tecnologico orientato ai task (TBTC) (12)

2.3 La redistribuzione dei lavoratori nel processo di sviluppo (17)

2.4 La disoccupazione nell'industria secondo Keynes e Ricardo (19)

#### **3. Le prospettive della forza lavoro**

3.1 Analisi degli scenari e nuovi posti di lavoro (20)

3.2 L'avvento dei robot (22)

3.2.1 Gli effetti della robotica sull'occupazione (24)

3.2.2 Gli effetti in Italia (25)

3.3 La rivoluzione digitale post Covid (27)

### **Considerazioni finali (28)**

### **Bibliografia (30)**

## **Introduzione:**

Il progresso tecnologico ha fatto emergere molte perplessità riguardo il futuro del lavoro in termini di nuovi compiti, che in molti casi potrebbero risultare un pericolo per la disoccupazione futura. Per questo motivo è rilevante comprendere i vari effetti di lungo e di breve periodo e gli effetti compensativi che possono presentarsi in modo complementare o sostitutivo. Un problema rilevante è quello riguardante la cosiddetta “disoccupazione tecnologica” ovvero la perdita di lavoro dovuta al cambiamento tecnologico. Risulta quindi interessante studiarne le cause e valutarne gli effetti sulla base di analisi fondate su dati storici rilevanti e riflessioni sugli effetti della pandemia. Le prospettive della forza lavoro fanno leva in particolare sull'avvento delle tecnologie robotizzate, le quali porteranno inevitabilmente ad un nuovo modo di operare.

## CAPITOLO 1

### 1 Le perplessità generate dall'avvento del progresso tecnologico

#### 1.1 Gli effetti dell'innovazione tecnologica nel XIX secolo:

Anche se nel lungo termine, sicuramente il progresso tecnologico porta a molteplici benefici, lo stesso non si può dire per quanto riguarda il breve periodo. Prendendo in riferimento i primi anni del XIX secolo, a causa della meccanicizzazione dei processi produttivi, i lavoratori impiegati in settori a bassa intensità produttiva (lavoratori domestici) furono estremamente penalizzati. Ci fu, oltre ad un inevitabile calo della produttività in tali settori, anche un effetto negativo riguardo i salari reali dati dall'aumento dei salari all'interno delle fabbriche nelle quali veniva appunto sfruttata una maggior intensità di capitale. Scoppiarono delle rivolte da parte dei lavoratori cosiddetti "domestici" i quali erano più allarmati dalle pratiche di lavoro a cui erano sottoposti e dai bassi salari che dalla meccanicizzazione in se. Questo loro disagio però si rivolse proprio contro uno dei simboli della Rivoluzione in corso: i telai delle fabbriche tessili. Se gli aspetti negativi si riscontrano appunto nella disoccupazione e nei disagi sociali dovuti all'aumento del tasso di criminalità, gli aspetti positivi si riscontrano nell'aumento medio dei salari. Molti studiosi considerano le esternalità negative dell'industrializzazione come poco rilevanti o comunque inferiori rispetto alle esternalità positive portate dall'aumento dei salari. Voth, professore di economia all'università di Zurigo, ne sottolinea invece la negatività sostenendo che l'aumento salariale in termini reali della manodopera fu in realtà pagata a caro prezzo con orari di lavoro più lunghi e intensi eseguiti in condizioni più pericolose e malsane rispetto alle epoche precedenti. Linder(2000) suggerisce inoltre che la disuguaglianza in Gran Bretagna è aumentata molto rapidamente tra il 1740 e il 1810, per poi crescere ulteriormente anche se ad un saggio minore. Nel XX secolo due economisti Wicksell e Clark attraverso i loro studi arrivarono alla conclusione che nonostante le difficoltà iniziali, nel lungo periodo lo sviluppo economico portò ad un aumento dei salari. Durante la Grande Depressione, Ewan Clague (1935 Journal of American Statistical Association), afferma che il tasso di spostamento del lavoro supererà il tasso di riassorbimento in modo da eliminare il problema della disoccupazione tecnologica in questi termini.

#### 1.2 L'impatto sui lavoratori:

In riferimento alla storia recente, l'avvento del progresso tecnologico ha portato a due effetti diversi e opposti sui lavoratori.

Con la prima rivoluzione industriale, notiamo come il progresso tecnologico, contrariamente da quello che ci si possa aspettare, abbia sfavorito i lavoratori più qualificati, aumentando invece la produttività dei lavoratori meno qualificati (definito come “unskill-biased technical change”). Infatti, molti artigiani qualificati si sono visti soffiare il mercato dall’ arrivo dell’ industria favorita da una maggiore automazione dei processi produttivi, la quale grazie ad una maggior rapidità nel far fronte alla domanda e grazie anche all’ abbassamento dei prezzi è riuscita in breve tempo ad accaparrarsi una quota rilevante di mercato. Questa introduzione ha inevitabilmente portato ad un aumento della domanda di lavoratori meno qualificati, data dalla semplificazione dei compiti, sempre più elementari.

In questo caso con il progresso tecnologico, è aumentato il tenore di vita medio a discapito dei lavoratori qualificati, il quale lavoro non veniva più riconosciuto come in precedenza. Verso la fine del XX secolo c’è stata un’ inversione di tendenza. Con l’ entrata delle nuove tecnologie, in particolar modo dei computer è aumentata la produttività dei lavoratori qualificati (cosiddetto “skill-biased technical change”). La domanda di lavoratori poco istruiti è calata notevolmente, a tal punto che alcuni lavori particolarmente semplici e poco specializzati sono addirittura scomparsi. Ancora oggi la richiesta di lavoratori non specializzati risulta essere sempre più bassa. Questo è stato dato anche dal fatto che le abilità richieste dal mercato del lavoro sono cambiate, esse sono sempre più intellettive / cognitive e sempre meno manuali. L’ aumento della produttività e della richiesta di lavoratori specializzati ha portato ad un incremento sostanziale delle disuguaglianze di reddito. I lavoratori specializzati, percepivano già precedentemente salari maggiori rispetto ai lavoratori non qualificati, con l’ avvento delle nuove tecnologie, questo divario è aumentato ancora di più.

### 1.2.1 Velocità di diffusione delle ICT

Possiamo notare come le nuove tecnologie si stiano evolvendo in modo esponenziale. In questi termini, le qualifiche e il livello di istruzione che qualche anno fa potevano rappresentare dei fattori rilevanti, oggi spesso non sono più sufficienti. In un mondo in continua evoluzione c’è sempre più necessità di aggiornarsi e di dimostrarsi al passo coi tempi. Infatti ad oggi i lavoratori più produttivi sono quelli che oltre alle qualifiche richieste dalla posizione, riescono ad aggiornare le loro competenze con regolarità. L’ automazione del lavoro sta prendendo sempre più piede grazie alla diffusione dei robot industriali. Tali innovazioni tecnologiche causano inevitabilmente la sostituzione di lavoro con il capitale, facendo così diminuire la domanda di lavoratori da impiegare nei processi produttivi.

Per dimostrare come le tecnologie si stiano sviluppando in modo sempre più veloce all'interno del mondo del lavoro, si può fare riferimento alla crescita degli investimenti in ICT (“Innovation and Communication Technologies”). I dati dell’OCSE rilevano che tra il 1995 e il 2007 il livello di servizi ICT per ogni ora di lavoro è più che raddoppiato in ogni paese, ovviamente con delle differenze nel ritmo di adozione delle innovazioni tecnologiche in ogni Nazione.

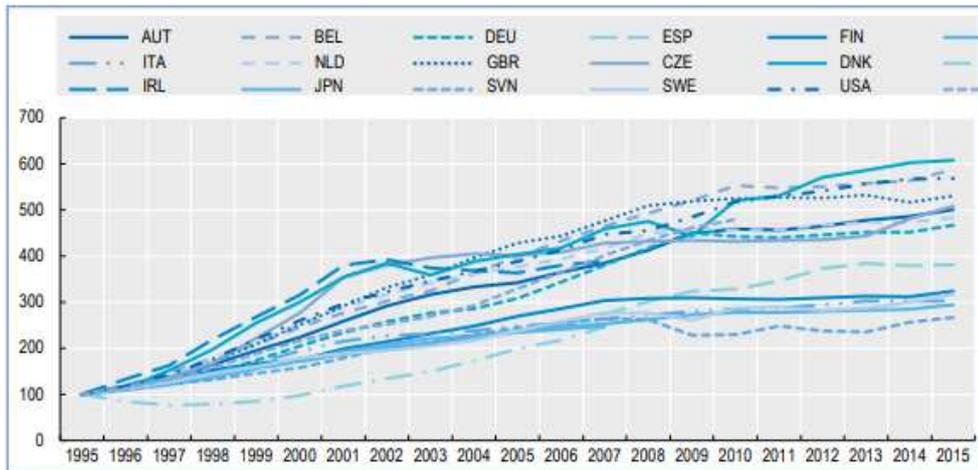


Figura 1 - La velocità di diffusione di ICT (ICT capital services per hour worked, index, from 1995 to 2007).

Fonte: EU KLEMS growth and productivity accounts, World KLEMS.

Questa rapida diffusione delle ICT preoccupa molti lavoratori, i quali rischiano di perdere il posto venendo sostituiti da nuove tecnologie. È necessario quindi porsi tale domanda: “Quali lavori possono venire sostituiti nel breve periodo?” o viceversa “In quali compiti le macchine non sono in grado di sostituire l’operato dell’uomo?”. Grazie agli studi dell’ OCSE possiamo provare a rispondere a queste domande. I gruppi di lavoratori che possono essere più facilmente sostituiti dalle macchine sono quelli che non richiedono delle skills specifiche o un particolare tipo di training. Dall’altra parte invece troviamo i mestieri che richiedono un alto livello di istruzione e training ma anche di interazioni sociali, creatività ed empatia. I seguenti grafici mostrano quali sono le probabilità medie di automazione per occupazione e attività lavorativa:

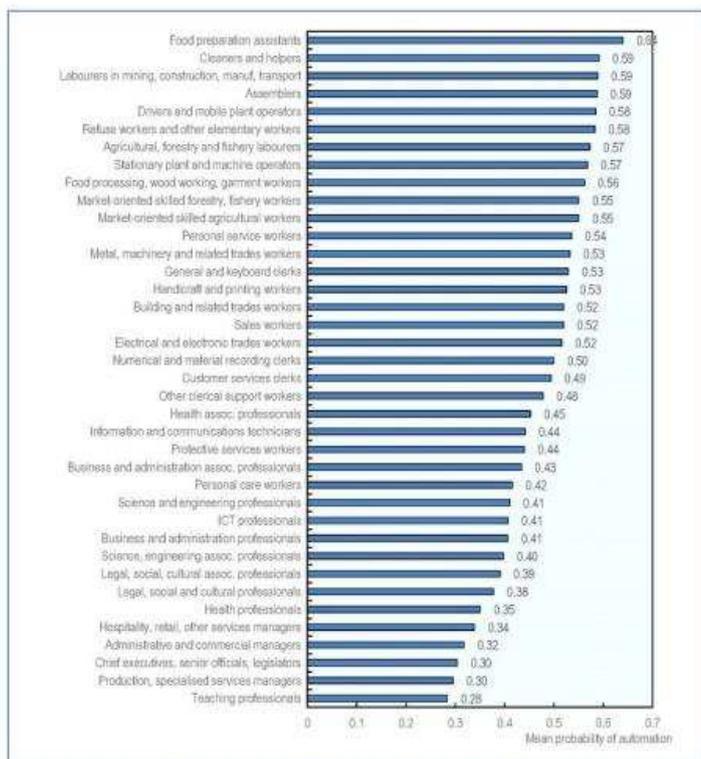


Figura 2 - Probabilità media di automazione per occupazione

Fonti: Survey of Adult Skills (PIAAC) 2012, 2015.

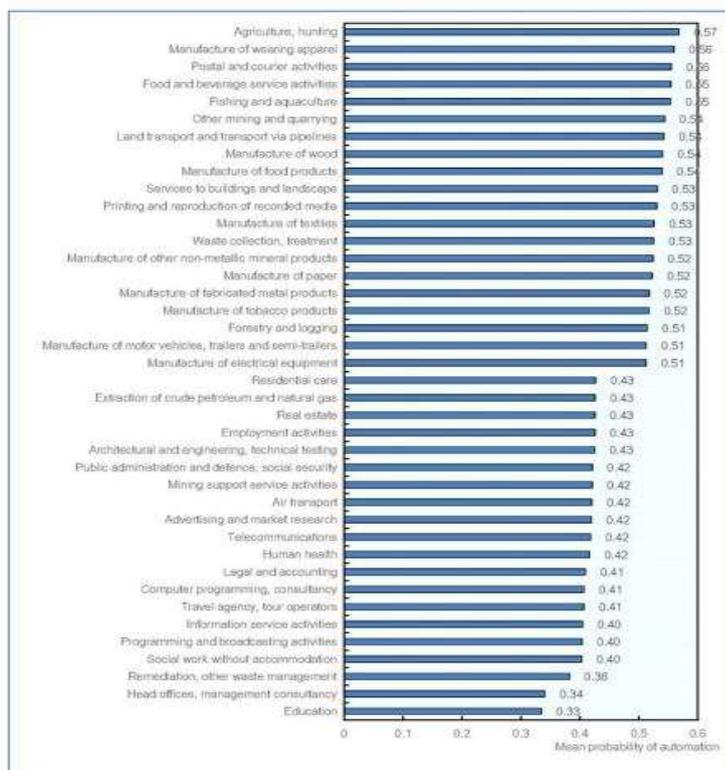


Figura 3 - Probabilità media di automazione per attività lavorativa

Fonti: Survey of Adult Skills (PIAAC) 2012, 2015.

Possiamo dunque notare come il livello di istruzione sia correlato positivamente con il rischio di automazione del lavoro e si può osservare lo stesso risultato anche mettendo in relazione il rischio di automazione con il livello di reddito. Il livello di istruzione spesso deriva anche dall'esperienza lavorativa maturata nel tempo. Infatti il rischio di automazione all'inizio dell'età lavorativa risulta essere molto alto. Circa il 20% di coloro che hanno meno di 20 anni sono impiegati in professioni relative a settori elementari, mentre solo il 7% dei lavoratori più anziani lavora nei suddetti settori e, come visto in precedenza, queste professioni sono quelle maggiormente esposte al rischio di sostituzione tecnologica.

### 1.3 La teoria della compensazione:

La teoria economica, sin dai suoi esordi, ha evidenziato l'esistenza di forze economiche in grado di incidere positivamente sull'occupazione, compensando l'immediato effetto negativo. Più in dettaglio, all'epoca degli economisti classici, due visioni si contendevano l'impatto occupazionale della tecnologia: l'«opinione della classe operaia» – per usare le parole di Ricardo – era caratterizzata dal timore di essere licenziati a causa dell'innovazione, mentre il dibattito politico è stato principalmente dominato da una fiducia ottimistica ex ante nella retribuzione di mercato dei lavoratori licenziati. In particolare, nella prima metà del XIX secolo, gli economisti classici definirono una teoria che Marx chiamò in seguito «teoria della compensazione». Questa teoria era composta da cinque diversi meccanismi di compensazione del mercato, innescati dal cambiamento tecnologico stesso, i quali potevano controbilanciare l'impatto iniziale di risparmio di manodopera dell'innovazione di processo. I cinque meccanismi di compensazione sono:

- a) “Nuove macchine”. Esse creano nuovi posti di lavoro nei settori capitali dove vengono prodotte le nuove macchine. Tuttavia, le tecnologie per il risparmio di manodopera possono diffondersi anche nel settore dei beni capitali.
- b) “Diminuzione dei prezzi”. Per essere economicamente accettabile, l'innovazione di processo dovrebbe portare ad una diminuzione dei costi unitari di produzione e questo effetto all'interno di un mercato competitivo dovrebbe tradursi in una diminuzione dei prezzi. A sua volta, la diminuzione dei prezzi potrebbe stimolare una domanda aggiuntiva di prodotti e indurre produzione e occupazione supplementari. Tuttavia, questo meccanismo ignora che la tecnologia per il risparmio di manodopera annulla la domanda precedentemente associata ai lavoratori licenziati. Quindi per essere rilevante, è necessario che questo meccanismo di compensazione riesca a più che controbilanciare la riduzione della domanda relativa ai lavoratori licenziati

c) “Nuovi investimenti”. In un mondo in cui la convergenza competitiva non è istantanea, il divario tra la diminuzione dei costi e la conseguente caduta dei prezzi, genera extraprofitti. Questi possono essere accumulati da imprenditori innovativi, che potrebbero investirli in nuove produzioni e nuovi posti di lavoro. Tuttavia, le aspettative pessimistiche possono implicare la decisione di posticipare gli investimenti anche in presenza di utili cumulati ottenuti dall'innovazione.

d) “Diminuzione dei salari”. L'effetto diretto delle tecnologie dannose per l'occupazione può essere compensato all'interno del mercato del lavoro. Infatti, supponendo la libera concorrenza e la piena sostituibilità tra lavoro e capitale fisico, la disoccupazione tecnologica implica una diminuzione dei salari. Ciò dovrebbe favorire un ritorno inverso a tecnologie ad alta intensità di manodopera. Più in generale, la diminuzione dei salari può indurre le imprese ad assumere lavoratori aggiuntivi.

e) “Aumento dei redditi”. Risulta direttamente in contrasto con il precedente meccanismo di compensazione (quindi, in un certo senso, del tutto alternativo). Una parte del risparmio sui costi dovuto all'innovazione può tradursi in maggiori entrate e, quindi, in maggiori consumi. Questo aumento della domanda porta ad un aumento dell'occupazione.

Riassumendo, la teoria economica non può pretendere di avere una risposta chiara in termini di impatto occupazionale finale delle innovazioni di processo. Gli effetti della compensazione possono essere più o meno efficaci e di conseguenza non è possibile stabilire con certezza l'impatto sulla disoccupazione tecnologica. Tuttavia, è pur sempre presente un effetto di creazione di posti di lavoro generato dall'innovazione di prodotto che potrebbe avere un «effetto benessere» connesso alla creazione di nuovi rami di produzione. Questo effetto deve essere confrontato con un potenziale «effetto sostituzione». Infatti, in diversi periodi storici e contesti istituzionali, l'equilibrio tra l'effetto diretto di risparmio di manodopera dell'innovazione e gli impatti controbilanciati dei meccanismi di compensazione variare significativamente. La teoria economica non fornisce una risposta chiara sull'effetto occupazionale quantitativo dell'innovazione, poiché questo dipende da fattori istituzionali, parametri cruciali come elasticità di prezzo e reddito, domanda e aspettative di profitto.

### 1.3.1 Cambiamento tecnologico incorporato:

Mentre gli economisti teorici hanno sviluppato modelli sull'impatto occupazionale delle innovazioni di processo e di prodotto, gli economisti applicati hanno dovuto identificare degli indicatori continui. In questo modo emergono numerose criticità. Guardando agli indicatori continui di cambiamento tecnologico, la maggior parte delle innovazioni di processo sono attuate attraverso il cosiddetto “cambiamento tecnologico incorporato” (ETC). Questo input tecnologico è generalmente molto difficile da misurare a causa della complessità nell'individuazione delle diverse componenti

della formazione del capitale. In questo quadro, pochi studi hanno avuto l'opportunità di isolare gli investimenti ICT, che aiuterebbero a cogliere al meglio i processi di automazione e digitalizzazione. L'indicatore continuo più comunemente utilizzato è la spesa in ricerca e sviluppo (R&S). Questo indicatore è specifico e spesso è disponibile su base annuale direttamente dai conti delle aziende. Il suo principale limite sta nell'essere una misura di un input innovativo che non genera necessariamente un output innovativo. Inoltre, mentre R&S è la variabile più disponibile e utilizzata, va notato che è principalmente correlata con innovazioni di prodotto rispettose del lavoro, pertanto, potrebbe implicare un "pregiudizio ottimistico" relativamente all'impatto occupazionale dell'innovazione. Riguardo le misure continue dei risultati innovativi, ci sono due indicatori principali utilizzati negli studi empirici. Alcuni studi si basano sulle «vendite derivanti da nuovi prodotti» come misura continua dell'innovazione di prodotto. Altri invece sui brevetti. I brevetti sono un solido indicatore di output. Tuttavia, è noto che non tutte le innovazioni possono essere brevettate, la brevettazione è una procedura molto costosa e brevetti diversi possono avere impatti economici drammaticamente diversi. Oltre alla scelta di un adeguato indicatore del cambiamento tecnologico, è fondamentale identificare chiaramente il livello di indagine, sia macroeconomico, settoriale o aziendale. Gli studi a livello nazionale esplorano gli effetti diretti dei meccanismi di compensazione all'opera. Le tendenze nazionali finali dell'occupazione sono co-determinate da fattori macroeconomici difficili da districare e controllare. Viceversa, gli studi microeconomici (aziendali) hanno il grande vantaggio di consentire una mappatura diretta delle variabili dell'innovazione, sia in termini di input e/o output innovativi. Infatti, solo l'analisi empirica microeconomica può cogliere la natura stessa delle attività innovative delle imprese e il loro impatto occupazionale. Tuttavia, ci sono altre limitazioni associate a questa analisi. In primo luogo, l'approccio microeconomico non può tenere pienamente conto degli effetti compensativi indiretti che operano a livello settoriale e nazionale. In secondo luogo, anche quando l'innovazione è laboriosa, le analisi microeconomiche mostrano generalmente un legame positivo tra tecnologia e occupazione poiché non tengono conto dell'effetto sui rivali, che sono spiazzati dalle imprese innovative («business stealing»).

## **2 La disoccupazione tecnologica:**

### **2.1 Cambiamento tecnologico basato sulle competenze (SBTC):**

Le nuove tecnologie richiedono competenze sempre più specifiche, creando delle dinamiche differenti tra le diverse categorie di lavoratori, per questo la "qualità" dei lavoratori risulta una variabile critica. Questo è il «Cambiamento tecnologico basato sulle competenze» (SBTC). Inizialmente proposta dai due economisti Zvi Griliches e Ivo Welch, l'ipotesi SBTC si basa sull'idea di correlazione tra nuove tecnologie e lavoratori qualificati,

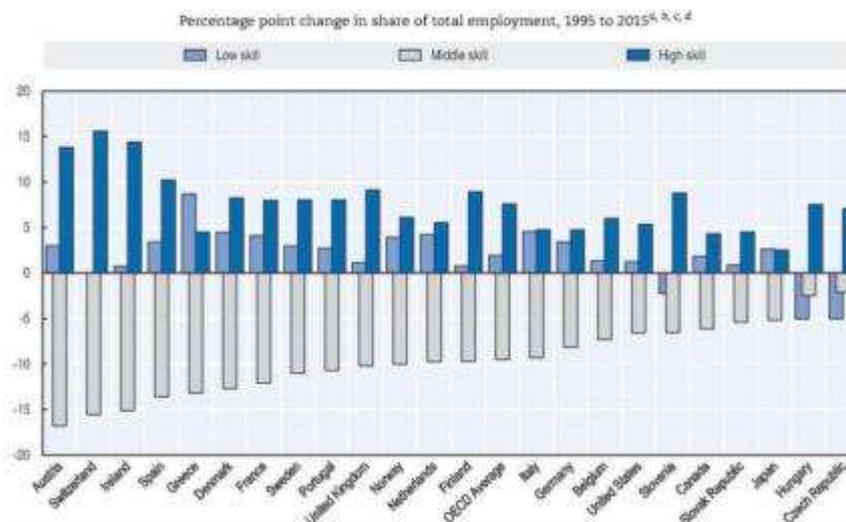
considerando che solamente questi ultimi sono in grado di implementare in modo efficace ed efficiente tali tecnologie. Si prevede quindi un rapporto positivo tra le nuove tecnologie e la manodopera qualificata. Quando si considera la dimensione delle competenze dei lavoratori, la classificazione utilizzata si basa sul livello di istruzione o sul livello professionale (impiegati, che non svolgono lavoro manuale, e operai, che intraprendono lavoro manuale). L'indicatore basato sull'istruzione riflette solo in parte il continuo aumento dell'offerta di persone istruite, mentre l'indicatore basato sulle occupazioni è più direttamente connesso con l'evoluzione della domanda di lavoro. Questi studi partono dalla considerazione che negli ultimi tre decenni i paesi OCSE hanno mostrato rapidamente un cambiamento significativo, sia nella composizione della forza lavoro che nelle quote salariali, a favore della parte qualificata della forza lavoro. Mentre nei paesi dell'Europa continentale l'aumento dei differenziali salariali tra qualificati e non qualificati è stato più contenuto, nel Regno Unito e negli Stati Uniti si sono registrati differenziali salariali in rapido aumento. Simmetricamente, nei paesi dell'Europa continentale rispetto a Regno Unito e Stati Uniti si è registrato un impatto maggiore sui dati occupazionali, con livelli di disoccupazione più elevati dovuti in parte alla riduzione dell'occupazione dei lavoratori non qualificati. Consideriamo ora alcune opere in base al loro focus geografico, partendo da quelle più antiche. In generale, l'abilità si misura con l'occupazione. In Italia, Francesco Paolo Casavola e altri hanno utilizzato i dati di 36.000 imprese italiane nel periodo 1986-1990 per studiare l'effetto del cambiamento tecnologico sulla domanda di lavoro e sui salari dei lavoratori qualificati. Hanno scoperto che la differenza salariale tra le categorie in Italia era inferiore che altrove, ma che il cambiamento tecnologico ha avuto un effetto positivo sull'occupazione dei lavoratori qualificati. Tuttavia, Mariacristina Piva e Marco Vivarelli hanno dimostrato – su un campione di oltre 400 imprese manifatturiere (1991-1997) – che il legame tra R&S e skill-bias non è stato confermato. La spiegazione principale per guidare il miglioramento delle competenze è stata trovata nel cambiamento organizzativo piuttosto che tecnologico. I loro risultati hanno confermato che il miglioramento delle competenze era più una funzione di una strategia riorganizzativa che una conseguenza del solo cambiamento tecnologico. Inoltre, nel caso spagnolo Matias Prats Luque, attraverso una metodologia di scomposizione, ha mostrato che l'aumento della domanda di competenze derivava principalmente dalle imprese sopravvissute che aumentavano i loro mix di competenze in risposta al re-tooling o all'aggiornamento tecnologico. Nel caso del Regno Unito, Stephen Machin, utilizzando sia dati a livello di impresa che dati a livello di settore, ha mostrato una relazione positiva sia tra l'uso dei computer e della manodopera qualificata nel caso delle

imprese, sia tra l'intensità della R&S, il numero di innovazioni prodotte e il numero delle innovazioni utilizzate e della manodopera qualificata nell'analisi di settore. Negli Stati Uniti, Berman ha analizzato le dinamiche di 450 settori manifatturieri statunitensi. La loro analisi ha mostrato come lo spostamento della struttura occupazionale a favore di lavoratori qualificati sia stato determinato in modo significativo dagli investimenti in computer e ricerca e sviluppo. David Autor ha esteso lo studio precedente su un periodo più lungo, 1950-1990, includendo anche i settori non manifatturieri, e ha confermato la relazione complementare tra investimenti in computer e struttura delle competenze. Infine, alcuni autori hanno cercato di andare oltre il livello nazionale. Stephen Machin e John Van Reenen hanno creato un set di dati a livello di settore manifatturiero per 7 paesi (Danimarca, Francia, Germania, Giappone, Svezia, Regno Unito e Stati Uniti) e hanno mostrato che la relativa domanda di lavoratori qualificati era positivamente collegata alla spesa in R&S. La robustezza dei risultati è stata confermata con riferimento a specifiche statistiche alternative. Più recentemente, Los ha proposto un nuovo metodo per analizzare la mutevole struttura delle competenze dell'occupazione basata su 10 paesi. Hanno studiato l'importanza relativa dei cambiamenti nella tecnologia, nel commercio e nei consumi per il periodo 1995-2008 sulle competenze. Hanno fornito la prova che il ruolo più importante è stato svolto dal cambiamento tecnologico come principale colpevole per quanto riguarda la pressione al ribasso sull'occupazione dei lavoratori scarsamente e mediamente qualificati. Nel complesso, e almeno fino al capovolgimento del XX secolo, le prove a favore della natura orientata alle competenze delle nuove tecnologie sono solide e dimostrate in diversi paesi dell'OCSE, vari settori economici e diversi tipi di innovazione.

## 2.2 Cambiamento tecnologico orientato ai task (TBTC):

Negli ultimi anni è emersa una nuova tendenza occupazionale nei paesi sviluppati: una crescente polarizzazione del lavoro relativa a una domanda in diminuzione di occupazioni di fascia media. Ciò significa che, se i lavori sono classificati in base al salario iniziale, si osservano aumenti della quota di occupazione nella parte inferiore e superiore di questa distribuzione. Più in dettaglio, sono in lieve aumento le professioni operaie e dei servizi elementari (quelle a bassa retribuzione) e in forte crescita quelle professionali (quelle più retribuite), mentre sono in calo le occupazioni di medio livello (come operatori di macchinari/apparecchiature elettroniche). I dati mostrano come nel corso degli ultimi anni (1995-2015), in tutti i principali paesi europei e non solo, l'occupazione sia cresciuta per le attività che richiedono elevata professionalità e in molti casi anche per quelle caratterizzate

da bassi livelli di competenze. Focalizzandoci sull'Italia possiamo notare come il tasso di occupazione sia cresciuto in maniera pressoché identica tra queste due attività. Nello stesso arco di tempo il numero di occupati nella fascia intermedia è diminuito di circa il 10 per cento in ragione della ampia dimensione di produzioni manifatturiere e, in esse, di lavori ripetitivi.



I dati del Centro europeo per lo sviluppo della formazione professionale (CEDEFOP) mostrano come in Italia la percentuale di lavori caratterizzati da mansioni di tipo routinario e intermedio sia superiore alla media europea con il conseguente rischio di una riduzione, a causa dell'automazione, di una ampia fetta di lavoratori facilmente sostituibili. Fenomeno questo che andrebbe a rafforzare una dinamica di polarizzazione. Una curva a U rappresenta il fenomeno della polarizzazione. Questa evidenza ha indotto a rivedere l'SBTC nel nuovo “Task-biased Technological Change” o “Cambiamento tecnologico orientato al compito” (TBTC), assumendo che la causa principale della polarizzazione sia la natura di routine dei compiti. Mentre i compiti più elementari e ripetitivi vengono interamente sostituiti dalle nuove tecnologie, lo stesso non si può dire per i compiti più complessi e non ripetitivi, i quali possono invece trarre vantaggio da esse. Nonostante ciò l’effetto dell’automazione sulla forza lavoro è quasi sempre negativo, tranne nel caso in cui si presentino degli effetti compensativi sufficienti a compensare quelli negativi (teoria della compensazione spiegata in seguito). Il calo dei costi della potenza di calcolo delle nuove potenti tecnologie, come l'intelligenza artificiale (AI) e l'apprendimento automatico, stanno ulteriormente accentuando questa tendenza. Tuttavia, come suggerito da James Bessen, l'effetto complessivo potrebbe essere che le nuove tecnologie non solo sostituiscono la manodopera

con le macchine, ma, in un mercato competitivo, l'automazione è in grado di ridurre i prezzi. L'effetto della riduzione dei prezzi deriva dall'effetto concorrenziale che viene a formarsi una volta che i costi per le nuove tecnologie si riducono. La tecnologia può inoltre migliorare la qualità del prodotto, la personalizzazione o la velocità di consegna, tutti questi fenomeni potrebbero contribuire ad aumentare la domanda.

Il termine “compito” a differenza del termine “abilità” definisce meglio le specifiche di una determinata posizione lavorativa soffermandosi su quelli che sono gli obiettivi di una determinata posizione invece che sulle qualità del soggetto in causa. I compiti sono, quindi, classificati in “routinizzati”, quando possono essere espressi come una procedura ripetitiva, e «non-routinizzati», quando invece vengono espressi con una procedura più sofisticata e non ripetitiva. Di conseguenza, la natura del compito (di routine o meno) può essere associata ad attività cognitive o manuali. I compiti di routine sono in gran parte collocati nel mezzo della distribuzione dei salari. A differenza del caso SBTC, questo grado di analisi è difficilmente applicato a livello aziendale poiché i database con questo dettaglio di indagine non sono generalmente disponibili a livello micro. L'accelerazione tecnologica e informatica avvenuta negli ultimi decenni ha comportato un'obsolescenza degli studi effettuati in passato sempre più veloce. Per questo motivo si è ritenuto opportuno raggruppare per periodi (ultimi anni del '900 e primi anni del nuovo millennio) i vari studi evidenziando i diversi effetti che l'impatto tecnologico ha avuto negli ultimi decenni. Considerando gli studi di diversi economisti, è necessaria una distinzione in quanto alcuni di essi sottolineano la polarizzazione stessa assumendo che il cambiamento tecnologico sia il motore implicito di questo fenomeno, altri testano esplicitamente il ruolo del cambiamento tecnologico. Negli ultimi anni del '900, alcuni economisti, per svolgere la loro analisi, hanno definito i compiti coinvolti in ciascuna delle 450 occupazioni incluse nel Dizionario dei titoli occupazionali. I compiti considerati sono stati classificati secondo uno di cinque tipi: cognitivo/analitico non di routine, cognitivo/interattivo non di routine, cognitivo di routine, motorio di routine (manuale) e motorio non di routine. Ogni occupazione ha ricevuto un punteggio per ciascuna delle misure del compito. I punteggi risultanti erano coerenti con le aspettative (ad esempio, il compito con il punteggio più alto tra i manager era cognitivo/interattivo non di routine, ecc.). Hanno quindi studiato l'evoluzione dei cinque compiti derivati. Inoltre, hanno misurato il cambiamento tecnologico in base al cambiamento nella frazione di lavoratori del settore che hanno utilizzato il computer nei loro lavori nell'arco di tempo 1984-1997. In un diverso contesto istituzionale, Adrian Adermon e Magnus Gustavsson hanno mostrato (tra il 1975 e il 2005) un modello di polarizzazione del

lavoro con espansioni dei lavori più alti e più retribuiti rispetto ai lavori a salario medio. Le loro stime non supportavano TBTC per gli anni '70 e '80, ma è stata trovata una prova più forte, sebbene non definitiva, per gli anni '90 e 2000. In particolare, si è verificata sia una crescita statisticamente significativa dei lavori non di routine, sia un calo dei lavori di routine. Passando dall'evidenza statistica aggregata della polarizzazione a studi più granulari, il contributo di David Autor ha approfondito il rapporto tra nuove tecnologie e competenze, sostenendo infatti che le innovazioni possono sostituire il lavoro umano quando è principalmente basato su attività semplici e ripetitive, mentre non può fare altrettanto per quanto riguarda quelle attività che necessitano di capacità cognitive. La regressione della variazione nel coinvolgimento dei compiti sull'evoluzione nell'uso del computer ha rivelato che il cambiamento tecnologico era correlato positivamente al maggiore utilizzo di compiti cognitivi non di routine. D'altra parte, i compiti di routine erano correlati negativamente al cambiamento tecnologico. Per quanto riguarda le attività manuali non di routine, si sono rivelate estranee al cambiamento tecnologico fino agli anni '90, quando è emersa una relazione positiva e significativa tra di loro. Considerando gli studi multi-paese, Guy Michaels e altri hanno svolto la loro analisi a livello di settore in undici paesi (nove paesi europei, Giappone e USA). Il set di dati riguarda il periodo 1980-2004. Gli autori hanno distinto tra individui di alta, media e bassa qualificazione, correlati a compiti lavorativi più probabili, e hanno misurato la quota salariale di ciascun gruppo all'interno di ogni osservazione anno per paese del settore. I risultati hanno rivelato un coefficiente positivo di ICT nei lavoratori altamente qualificati, un coefficiente negativo di ICT nell'equazione di livello medio e un coefficiente positivo ma insignificante nei lavoratori poco qualificati. Partendo dal presupposto che lavoratori altamente qualificati siano impiegati in lavori di alto livello di qualificazione, questi risultati sono coerenti con l'ipotesi TBTC. Confrontandoci ora con la realtà più recente dei primi anni 2000, Luca Marcolin ha presentato uno studio basato su dati settoriali dal 2000 al 2011 per 28 paesi OCSE, ha suddiviso i dipendenti in quattro categorie a seconda del grado di intensità ordinaria. L'analisi si è basata su una nuova misura specifica per paese della loro intensità di routine, costruita utilizzando informazioni a livello individuale provenienti dall'indagine PIAAC (Programma dell'OCSE per la valutazione internazionale delle competenze degli adulti). È stato costruito un nuovo indice di intensità di routine (RII) utilizzando le risposte a quattro domande provenienti dall'indagine. RII, che è stato calcolato per paesi, occupazioni e settori in modo indipendente ed a livelli abbastanza disaggregati, è stato utilizzato per raggruppare le occupazioni in quattro classi di intensità di routine: non di routine, a bassa intensità di

routine, a media intensità di routine e alta ad alta intensità di routine. Al fine di testare il TBTC, l'intensità delle TIC, per delegare l'innovazione, ha mostrato una correlazione positiva con i livelli di occupazione nelle occupazioni non di routine e una negativa con le occupazioni ad alta intensità di routine. Infine, Paul Gaggl e Greg C. Wright hanno studiato l'effetto causale a breve termine dell'adozione delle TIC (tecnologie dell'informazione e della comunicazione) sull'occupazione e sulla distribuzione dei salari nel Regno Unito. Sfruttando un esperimento naturale generato da un'agevolazione fiscale sugli investimenti ICT, hanno scoperto che l'effetto principale delle ICT era quello di integrare il lavoro non di routine e ad alta intensità cognitiva. Hanno anche dimostrato che gli investimenti nelle TIC hanno portato a cambiamenti organizzativi associati a una maggiore disuguaglianza all'interno dell'azienda. La Tabella qui sotto riporta la percentuale di addetti che dichiarano l'uso di tecnologie dell'informazione e della comunicazione in funzione del profilo di competenze e del grado di standardizzazione della mansione.

|               | OAC 2004            |                         |        | QdL 2010            |                         |        |
|---------------|---------------------|-------------------------|--------|---------------------|-------------------------|--------|
|               | Lavori<br>routinari | Lavori non<br>routinari | Totale | Lavori<br>routinari | Lavori non<br>routinari | Totale |
| High_Skills   | 65,2%               | 64,0%                   | 64,7%  | 66,5%               | 77,3%                   | 70,0%  |
| Medium_Skills | 44,0%               | 48,3%                   | 45,0%  | 54,3%               | 58,0%                   | 55,4%  |
| Low_Skills    | 15,6%               | 20,1%                   | 16,3%  | 44,4%               | 40,8%                   | 43,9%  |
| Totale        | 44,1%               | 52,5%                   | 46,4%  | 54,4%               | 63,4%                   | 56,7%  |

I

In generale il confronto fra il 2004 e il 2010 mostra un significativo incremento nella diffusione delle tecnologie digitali, con tassi di crescita inversamente proporzionali al grado di complessità della mansione. È evidente, infatti, come i tassi di crescita delle mansioni più semplici (Low Skills) siano di gran lunga superiori rispetto alle mansioni High Skills. Infatti nel primo caso si passa da un totale di 16,3% a un totale di 43,9%, mentre nel caso delle mansioni più complesse (High Skills), il delta è molto inferiore infatti si passa da 64,7% a 70%. La diffusione delle ICT è cresciuta in misura maggiore fra gli addetti che dichiarano di svolgere frequenti attività routinarie nel caso delle professioni a basso profilo di competenze, mentre per i profili di competenze più elevati si osservano tassi di crescita superiori in corrispondenza delle mansioni non routinarie. Tale quadro suggerisce differenti modalità di integrazione fra lavoro umano e ICT in linea con le previsioni della job polarisation. Mentre nelle professioni ad elevato contenuto di attività analitiche e relazionali l'incremento nell'uso delle tecnologie digitali è prevalentemente volto a sfruttare la complementarità fra addetto e macchina, nelle occupazioni meno complesse aumenta il

ricorso alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione per migliorare l'efficienza delle attività codificate e ripetitive. In sintesi, è ovvio che le nuove tecnologie influiscono sulle competenze e sui compiti in tutti i settori economici. Tuttavia, una tendenza è rilevabile nel tempo: nei primi decenni della rivoluzione ICT (dalla fine degli anni '70 alla fine degli anni '90) un impatto SBTC è stato evidente, soprattutto per quanto riguarda le attività manifatturiere e produttive. Successivamente (dalla fine degli anni '90 ad oggi) e soprattutto nel paese leader mondiale (gli Stati Uniti) il TBTC è emerso come un potente motore di una crescente polarizzazione di posti di lavoro e salari, coinvolgendo sia il settore manifatturiero che quello dei servizi.

Questa varietà di considerazioni e le teorie è data dal periodo di forte cambiamento relativo a questi ultimi anni. Ormai molte di queste teorie sono ormai state scardinate data la velocità del cambiamento e sarà sempre più difficile fare affidamento a teorie che nell'arco di breve tempo risultano obsolete. Stiamo entrando in un mondo inesplorato in cui il valore aggiunto non sono più la formazione e le competenze acquisite ma la velocità di apprendimento e l'adattamento al cambiamento.

### 2.3 La redistribuzione dei lavoratori nel processo di sviluppo

È intuibile come il processo di sviluppo dia sfogo ad un'incessante redistribuzione dei lavoratori, principalmente quelli impegnati nel settore primario e secondario che si trovano costretti a fare i conti con nuovi modi di operare dettati dall'introduzione di tecnologie sempre più all'avanguardia. Quando però questi mutamenti sono relativi alla produzione di beni già noti e comportano un risparmio di lavoro, viene utilizzato il termine disoccupazione tecnologica per descrivere l'impatto negativo sull'occupazione. Questa dura tanto più a lungo quanto più è lento il processo di redistribuzione dei lavoratori e quanto più tempo è necessario al sistema economico per far fruttare l'innovazione in maggiori redditi reali. Per chiarire questi aspetti è utile utilizzare uno schema numerico presente nella monografia "Oligopolio e progresso tecnico" (pp. 186-196 dell'edizione del 1975). Questo schema esamina un caso di innovazione che porta a una riduzione di un bene già noto, al quale può seguire o meno una riduzione dei prezzi. L'economia viene divisa in tre settori: 1. macchine, 2. materie prime e prodotti intermedi, e 3. beni di consumo. Nella sequenza del processo innovativo, che parte dal secondo settore, i periodi da considerare sono quattro, due dei quali contemplan due ipotesi alternative:

A - Periodo che precede l'innovazione

B - Periodo di transizione: l'innovazione viene introdotta

C - Conclusione del processo nel breve periodo:

a) prezzi rigidi e aumento dei profitti nel settore 2

b) prezzi rigidi e aumento dei salari nel settore 2

D - Conclusione del processo nel lungo periodo:

a) prezzi ridotti e redditi monetari costanti

b) prezzi costanti nel settore 2, aumento dei prezzi negli altri due settori e dei redditi monetari di tutti i settori.

Nella citata monografia venivano considerati in modo particolareggiato i casi A, B, C (a e b); erano considerati solo certi aspetti del caso D (a) e circa il caso D (b) erano espresse, in termini generali, solo alcune illazioni. Qui verrà prospettato solamente il quadro dell'occupazione nei diversi casi:

|             | A    | B    | C (a) e (b) | D (a) e (b) |
|-------------|------|------|-------------|-------------|
| Settore 1   | 700  | 770  | 707         | 825         |
| Settore 2   | 700  | 700  | 400         | 467         |
| Settore 3   | 700  | 630  | 693         | 808         |
| Occupati    | 2100 | 2100 | 1800        | 2100        |
| Disoccupati | X    | X    | 300         | X           |

Il processo porta con sé mutamenti nella distribuzione dell'occupazione. Dal periodo A al periodo B 70 lavoratori passano dal settore 3 (beni di consumo) al settore 1 (macchine). Dal periodo B al periodo C il settore 1 espelle 63 lavoratori, mentre il settore 2 (materie prime), nel quale è attuata l'innovazione, ne espelle 300 ed il settore 3 ne assorbe 63: in complesso nel periodo C compaiono 300 disoccupati i quali, dal periodo C al periodo D, vengono via via riassorbiti: 118 dal primo settore, 67 dal secondo e 115 dal terzo. Il riassorbimento corrisponde alle proporzioni dell'occupazione nel periodo C, durante il quale avviene l'innovazione. Questi spostamenti possono causare, principalmente nel caso dei lavoratori non giovani, dei problemi e delle difficoltà in quanto, data l'età, la riqualificazione risulta più faticosa. L'intero processo, ha effetti non solo nella redistribuzione, ma pure sui prezzi relativi. Mentre nel secolo scorso gli effetti positivi del progresso tecnologico tendevano a diffondersi attraverso l'abbassamento dei prezzi, tenendo i redditi monetari costanti o in leggero aumento; oggi invece si diffondono principalmente attraverso l'aumento dei redditi monetari. Quando i prezzi sono flessibili verso il basso (quando c'è un eccesso di offerta di beni sulla domanda), la piena occupazione può essere raggiunta in tempi più brevi per via delle forze spontanee del mercato. Quando i prezzi sono invece rigidi verso il basso c'è bisogno di più tempo per raggiungere la piena occupazione a meno di interventi pubblici adeguati, questo può rappresentare dunque un ostacolo alla crescita produttiva ed al riassorbimento della disoccupazione. La redistribuzione dei lavoratori può venire ostruita maggiormente se nel sistema di formazione professionale sono presenti delle carenze sufficienti ad impedire ai lavoratori di riqualificarsi. Nel

caso in cui non ci fossero carenze di questo tipo, c'è comunque da confrontarsi con i lavori stessi, i quali non sempre si dimostrano disponibili e aperti a tali cambiamenti riguardanti il loro lavoro quotidiano.

La redistribuzione dei lavoratori non avviene solamente a causa di innovazioni tecnologiche, ma anche per mutamenti nella domanda. Tuttavia, se si fa riferimento al lungo periodo è necessario dare maggior rilevanza alle innovazioni, le quali sono da collegare alla produzione di beni nuovi; in altre parole, nel lungo periodo le variazioni della domanda, pur condizionate dai bisogni umani, sono subordinate alla tecnologia. Nel breve periodo possono aver luogo spinte di domanda che coinvolgono l'intero sistema economico: è il caso delle spinte provenienti dalla politica creditizia o fiscale o dalla congiuntura internazionale. Anche in casi come questi si hanno variazioni differenziate nelle singole domande e nelle stesse tecnologie, che per certi aspetti sono condizionate dalle domande. Se la spinta è verso l'alto, il reddito aumenta ad un ritmo sostenuto e la redistribuzione dei lavoratori procede più speditamente di quanto avvenga nel caso di crescita debole o nulla o, peggio, di declino della domanda.

#### 2.4 La disoccupazione nell'industria secondo Keynes e Ricardo

La disoccupazione tecnologica fa parte della disoccupazione in senso stretto, essa si manifesta ogni qualvolta che il costo del lavoro aumenta, ma la domanda di beni non fa altrettanto, o quantomeno non ad un saggio sufficientemente elevato. Con il termine "ricardiana" identifichiamo la disoccupazione imputabile all'innovazione dei processi che risparmiano lavoro, "keynesiana" è invece il termine utilizzato per la disoccupazione derivante da carenza della domanda. Parlando di disoccupazione ricardiana possiamo riferirci dunque sia alla disoccupazione tecnologica stimolata da un aumento del costo relativo del lavoro sia a quella dipendente da innovazioni "autonome", che, nel caso d'innovazioni risparmiatrici di lavoro, chiameremo "disoccupazione tecnologica in senso stretto". Per esaminare il rapporto tra progresso tecnico e occupazione, e il rapporto tra progresso tecnico e livello della domanda, possiamo fare riferimento alle teorie di diversi economisti tra cui Keynes e Ricardo. Nel corso della prima Rivoluzione Industriale, con l'introduzione delle nuove macchine, la produttività delle fabbriche crebbe a tal punto da distruggere la concorrenza degli artigiani, soprattutto nel settore tessile. Reagendo a questo processo, gli artigiani e successivamente gli operai di fabbrica lasciati senza lavoro (chiamati luddisti, dal nome del loro mitico leader, Ned Ludd) si misero a rompere le macchine che furono la causa della loro disoccupazione. Secondo Ricardo, i luddisti stavano protestando contro i propri interessi. Infatti, aumentando la produttività, il progresso tecnico ha accresciuto i profitti, consentendo a loro volta alle imprese di aumentare i propri investimenti, il che porterebbe a nuovi e più numerosi posti di lavoro. La risposta di Ricardo ha incontrato un consenso quasi unanime, anche se la stessa risultava corretta solo a condizione che

i maggiori profitti venissero utilizzati per assumere nuovi lavoratori. Se invece (come di fatto è stato) i nuovi investimenti si fossero incentrati unicamente sul cercare di rendere ancor più produttive le macchine, il problema degli effetti negativi del progresso tecnico sull'occupazione non si sarebbe risolto ma si sarebbe addirittura accentuato. Fu allora che Ricardo si rese conto che le nuove macchine causavano problemi agli operai (questo era il senso del suo famoso "auto-critica"), pur riaffermando la sua tesi generale. Solo Thomas R. Malthus e Simonde de Sismondi rimasero insoddisfatti della spiegazione di Ricardo. Gli stessi vedevano nel progresso tecnico la causa non solo della disoccupazione, ma anche del sottoconsumo. La sequenza innescata dal progresso tecnico, secondo i citati economisti, si è sviluppata attraverso tre fasi. La prima è l'introduzione di nuove macchine per aumentare la produttività e quindi i profitti. Quando avviene la sostituzione di parte della forza lavoro con manodopera meccanica si stanno già privando alcuni lavoratori del loro lavoro. La seconda fase riguarda i disoccupati, rimasti senza salario, i quali non hanno più un ruolo nella domanda sul mercato. Il calo della domanda significa una produzione in eccesso rispetto alla capacità di consumo. Questo eccesso comporta uno squilibrio persistente sul mercato con un'offerta stabilmente più alta della domanda. Su tali presupposti si basa la teoria del sottoconsumo. Poi abbiamo la terza fase del processo, che avanza oltre il sottoconsumo. Marx riguardo all'aumento della disoccupazione ha aggiunto che ciò porta anche una maggiore pressione sugli occupati, inducendoli ad accettare salari più bassi e un lavoro a condizioni peggiori. Malthus, citato da Keynes, ha osservato: "Adam Smith ha affermato che ogni uomo frugale è un benefattore pubblico, e che l'aumento della ricchezza dipende dall'equilibrio della produzione rispetto al consumo. Che queste proposizioni siano vere in larga misura è perfettamente indiscutibile. ... Ma è abbastanza ovvio che non sono vere in misura indefinita, e che il principio del risparmio, spinto all'eccesso, distruggerebbe il motivo della produzione. ... ci deve essere un punto intermedio". Era questa critica di eccessiva parsimonia che ha trovato il favore di Keynes. Sismondi, invece, va al cuore della questione, ovvero l'esigenza dei lavoratori produttivi. I lavoratori vanno tutelati, garantendo loro salari più alti. Ma né Ricardo né Keynes hanno preso in seria considerazione Sismondi. La concorrenza porta inevitabilmente a salari molto bassi. Questa era ritenuta una legge inviolabile dell'economia.

### **3 Le prospettive della forza lavoro:**

#### **3.1 Analisi degli scenari e nuovi posti di lavoro:**

Come abbiamo visto la progressiva automatizzazione e l'intelligenza artificiale hanno portato spesso ad una redistribuzione dei lavoratori oltre che alle creazioni di nuovi posti di lavoro. Possiamo quindi affermare che è proprio il rapporto tra la creazione di nuovi posti e la sostituzione di quelli precedenti a determinare l'effetto finale dello sviluppo tecnologico

sull'occupazione. Infatti, gli impieghi generati dal progresso tecnologico dovranno essere in grado di compensare il numero di lavoratori sostituiti, in modo da evitare i problemi legati alla disoccupazione e alla distribuzione di ricchezza. Non è semplice però prevedere quali lavori verranno creati in futuro o in che modo i lavori odierni potranno evolversi. A questo proposito, il White House Council of Economic Advisers (CEA) ha sintetizzato ed esteso l'attuale ricerca diretta a identificare i posti di lavoro che sarebbero creati direttamente dallo sviluppo dell'intelligenza artificiale. Inoltre, il CEA ritiene che con l'aumento della produttività (data dall'introduzione di tecnologie più efficienti) e dei salari, ci sarà un aumento dei consumi che sosterrà posti di lavoro aggiuntivi in tutta l'economia, dalla produzione artigianale di alta qualità ai ristoranti e alla vendita al dettaglio. Il CEA ha identificato quattro categorie di posti di lavoro che potrebbero sperimentare una crescita diretta dovuta al progresso tecnologico. Una prima categoria di lavori che sperimenteranno un aumento della domanda sono quelli che necessitano di un qualche tipo di interazione, con molta probabilità sarà infatti necessario che gli esseri umani interagiscano attivamente con le tecnologie che sfruttano l'intelligenza artificiale durante tutto il processo di un determinato compito. Un esempio può essere la tecnologia Watson di IBM, la quale può diagnosticare alcuni tumori o altre malattie prima di un dottore (umano), ma un medico sarà sempre necessario per interagire con i pazienti al fine di capire e tradurre i loro sintomi, informarli delle opzioni di trattamento disponibili, e guidarli attraverso i piani di trattamento. Le nuove tecnologie, per quanto funzionali, saranno difficilmente in grado di sostituire un lavoro in tutto e per tutto; infatti, il mondo della robotica è destinato a convivere con i lavoratori piuttosto che a sostituirli interamente. L'intelligenza artificiale aumenta ciò che un essere umano è in grado di fare e consente agli individui di essere più efficaci nel loro compito specifico o di operare su scala più ampia. Un'altra categoria di lavori che sperimenterà una crescita sarà quella dei lavori di supervisione. Questa categoria comprende tutti quei compiti relativi al monitoraggio, collaudo, rilascio di licenze ecc. Ad esempio, nell'ambito automobilistico, per quanto lo si possa automatizzare, ci sarà sempre la necessità dell'intervento umano, ad esempio nelle fasi di collaudo, riparazione, supervisione o anche per l'istruzione alla guida. L'intervento dell'uomo sarà poi necessario anche relativamente ai cambiamenti dell'ambiente che ci circonda, possono ad esempio avvenire variazioni nella progettazione delle strade e delle leggi sul traffico, che sono attualmente progettate tenendo conto della sicurezza e la comodità dei guidatori (umani). L'avvento dei veicoli automatizzati (AV) da una parte porterà all'estinzione di determinate mansioni oggi presenti, dall'altra può anche richiedere nuove occupazioni e maggiore occupazione; come,

per esempio, la sicurezza informatica o una maggiore domanda di urbanisti e ingegneri civili. La terza categoria fa riferimento a posti di lavoro nella creazione, raccolta e gestione di dati pertinenti da inserire nei processi di formazione dell'intelligenza artificiale.

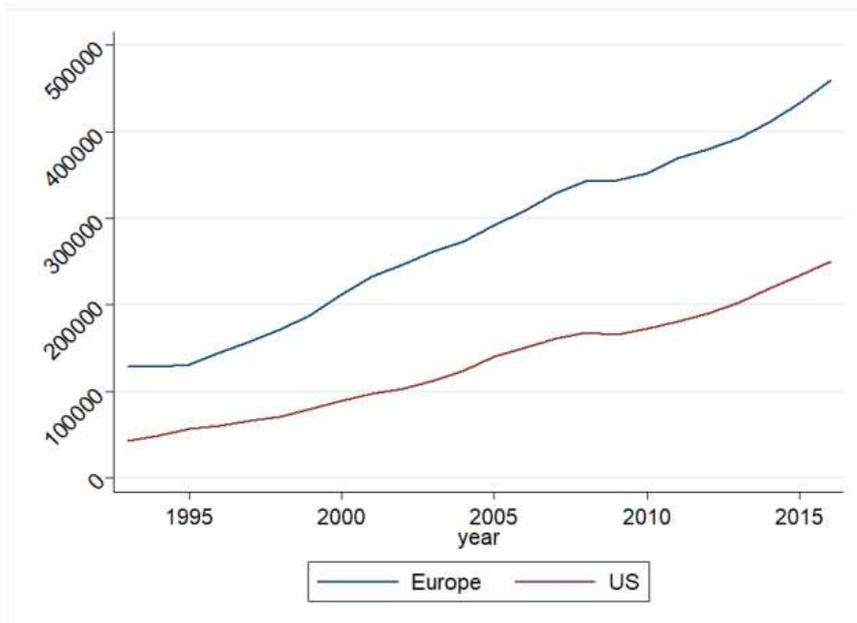
Dopotutto lo strumento attraverso il quale l'intelligenza artificiale è grado di "imparare" sono i dati che vengono messi a disposizione proprio dall'uomo. Le applicazioni dell'AI possono variare da compiti ad alta specializzazione, come il riconoscimento del cancro nelle radiografie, a compiti a bassa specializzazione, come il riconoscimento del testo nelle immagini. La quarta e ultima categoria riguarda gli individui specializzati nell'arte e cultura e nelle scienze sociali. Un esempio po' essere dato dai filosofi con framework di valutazione etica e sociologi che indagano sull'impatto della tecnologia su specifiche popolazioni, i quali possono dare un contributo sempre maggiore man mano che le nuove tecnologie si confrontano con una moltitudine di complessità sociali e dilemmi morali.

### 3.2 L'avvento dei robot

I robot hanno cambiato radicalmente la domanda di competenze e il ruolo dei lavoratori nella produzione a un ritmo senza precedenti, con poca possibilità di aggiustamenti del capitale umano. Questo ha influito sulla stabilità del lavoro e sulle prospettive economiche di gran parte della popolazione in tutti i paesi industrializzati. Recenti evidenze sul mercato del lavoro statunitense hanno rilevato effetti negativi dei robot sull'occupazione e sui salari. In questo studio, esaminiamo l'esposizione ai robot e le sue conseguenze sulla stabilità del lavoro e sull'incertezza economica del comportamento demografico individuale. Per stabilire questa relazione, utilizziamo i dati della International Federation of Robotics (IFR) e adottiamo una strategia empirica che si basa sulla specializzazione del settore regionale prima dell'avvento di robot combinati con la crescita dell'adozione di robot da parte dell'industria. Documentiamo innanzitutto l'effetto differenziale dei robot sulle opportunità del mercato del lavoro di uomini e donne. Risulta che nelle regioni più esposte ai robot, i divari di reddito di genere e partecipazione alla forza lavoro sono diminuiti. I nostri risultati sono coerenti con l'ipotesi che i cambiamenti nei mercati del lavoro innescati dall'adozione di robot siano aumentati. I robot diventeranno inevitabilmente parte della nostra vita quotidiana. È interessante provare a capire come le persone si aspetteranno e vorranno interagire con loro. Ad esempio, sono in corso sforzi nei laboratori di ricerca di tutto il mondo per mettere i robot nelle case che assistono gli anziani e nello spazio lavorando insieme in team composti da robot e astronauti. Man mano che i robot si spostano nel nostro ambiente naturale è facile pensare a situazioni che soddisfano il bisogno per un apprendimento e una collaborazione efficienti tra robot e esseri umani. Si può quindi

pensare alla possibilità di lavorare insieme a un robot per la manutenzione di un giardino, riparare un'auto o cucinare una cena. In ciascuno di questi scenari, nessuno vorrebbe rinunciare del tutto al controllo del processo né utilizzare il robot come uno strumento ingenuo che ha bisogno di essere guidato in ogni fase del percorso. Il robot dovrebbe piuttosto agire come un partner a cui può essere insegnata una complessa procedura orientata agli obiettivi e quindi collaborare efficacemente con l'essere umano che fornisce un'assistenza adeguata nell'esecuzione del compito appreso. I dati sullo stock di robot per settore, paese e anno provengono dall'International Federation of Robotics (IFR), un'organizzazione professionale di fornitori di robot fondata nel 1987 per promuovere l'industria della robotica in tutto il mondo. In particolare, l'IFR conduce un'indagine annuale tra i suoi membri raccolgono informazioni sul numero di robot che sono stati venduti in una data industria e in un dato paese. Questo sondaggio riporta i dati sullo stock di robot per oltre 70 paesi nel periodo dal 1993 al 2016, coprendo oltre il 90% del mercato mondiale dei robot. Questo set di dati è stato precedentemente impiegato da Acemoglu e Restrepo (2019) per gli Stati Uniti, Dauth (2017) per la Germania, Giuntella e Wang (2019) per la Cina, Anelli (2019) per l'Europa e di Graetz e Michaels (2018) in un'analisi cross-country. I dati IFR forniscono lo stock operativo di “robot industriali”, definiti come “controllati automaticamente, riprogrammabili e macchine multiuso” (IFR, 2016). Fondamentalmente, i robot industriali sono macchine completamente autonome che sono controllate automaticamente, non necessitano di un operatore umano e possono essere programmate allo scopo di eseguire diverse attività come saldatura, verniciatura, assemblaggio, trasporto di materiali o imballaggio. Macchine monouso come macchine da caffè, ascensori e sistemi di stoccaggio automatizzato non appartengono alla categoria dei robot in questa definizione, dato che non possono essere programmati per eseguire altri compiti e necessitano sempre dell'operatore umano. Tuttavia, i dati dell'IFR presentano alcune limitazioni. Innanzitutto, le informazioni sul numero di robot industriali per settori sono limitate a un sotto campione di paesi per il periodo 1990-2003. In secondo luogo, mentre le informazioni sono scomposte a livello di settore, le classificazioni di settore sono grossolane. All'interno della produzione, disponiamo di dati sullo stock operativo di robot per 13 settori industriali, tra cui, ad esempio, cibo e bevande, tessili, legno e mobili, plastica e prodotti chimici, macchinari per metalli, elettronica, automotive, altri veicoli e altre industrie manifatturiere. Per i settori non manifatturieri, i dati sullo stock operativo di robot sono limitati a sei grandi categorie, vale a dire, agricoltura, silvicoltura e pesca, estrazione mineraria, servizi pubblici, edilizia, istruzione, ricerca e sviluppo e altre industrie non manifatturiere (ad esempio, servizi e intrattenimento). Inoltre, circa un terzo dei robot non è classificato. Un'ulteriore limitazione dei dati IFR è la

mancanza di informazioni geografiche sulla distribuzione dei robot all'interno del paese (vale a dire, l'unità geografica più piccola è la nazione).



La figura qui sopra, documenta la variazione dello stock di robot industriali in Europa e negli Stati Uniti tra il 1995 e il 2016. Come si evince dalla figura, l'utilizzo dei robot industriali è stato stabilmente in aumento in Europa e negli Stati Uniti.

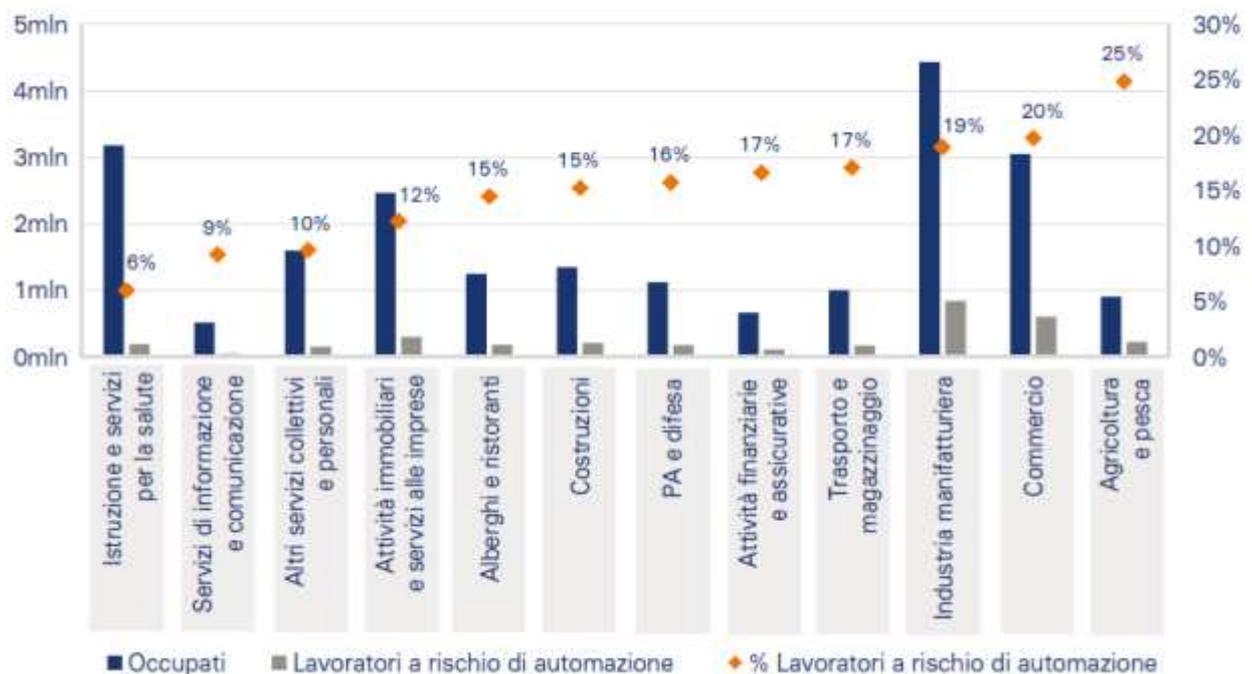
### 3.2.1 Gli effetti della robotica sull'occupazione:

Molti studiosi sostengono che siamo all'inizio di una rivoluzione che cambierà drasticamente il modo in cui viviamo, comunichiamo e lavoriamo, e che aumenterà la competitività delle industrie del settore manifatturiero, attraverso la crescente integrazione di Sistemi Cyber-Fisici (CPS) all'interno dei processi industriali. I cambiamenti di questa nuova rivoluzione industriale porteranno indubbiamente a nuove opportunità, ma d'altra parte anche ad enormi rischi, tra i quali: l'incapacità di adattamento delle organizzazioni, le difficoltà da parte delle istituzioni di adottare e regolamentare le nuove tecnologie, le criticità in termini di sicurezza generate da nuovi poteri e l'aumento delle disuguaglianze. Un aspetto rilevante è l'importanza del capitale umano all'interno del contesto tecnologico. Infatti, è proprio grazie al capitale umano che le imprese possono sfruttare nel modo più efficiente possibile le risposte tecnologiche a disposizione. Purtroppo, nel nostro paese difficilmente viene raggiunto un livello di efficienza sufficiente a causa di un mismatch tra domanda e offerta di lavoro e di un sistema produttivo che non riesce a trasformare le skill dei lavoratori in livelli sostenuti di produttività. Un altro sintomo di inefficiente allocazione delle competenze dei lavoratori dal lato della domanda è riscontrato dall'abbinamento dei laureati alle mansioni da svolgere. L'Italia è l'unico paese del G7 in cui la maggior parte dei laureati è occupata in mansioni di routine. In questo scenario è essenziale migliorare le capacità dei lavoratori e

adattarle alle nuove tecnologie. Il nostro Paese appare intrappolato in una low-skills, low-quality trap, dalla quale è difficile uscire se non con interventi ben coordinati e capaci di incidere su domanda e offerta di capitale umano. È quindi necessario che si adotti un approccio sistemico, che agisca sulla quantità e sulla qualità del capitale umano esistente e operi sul sistema produttivo evitandone la sottoutilizzazione. L'economista Martin Ford sostiene che a un certo punto del futuro, le macchine saranno in grado di svolgere le mansioni di buona parte della popolazione media e, di conseguenza, per queste persone non esisteranno più posti di lavoro disponibili. Il rischio è enorme, in quanto, considerando la velocità del cambiamento tecnologico, tantissime persone potrebbero iniziare un percorso di studi, che una volta concluso, potrebbe sfociare in occupazioni estinte o con compiti in parte eseguibili dalle macchine.

### 3.2.2 Gli effetti in Italia

Per quanto riguarda gli effetti del progresso tecnologico sull'occupazione in Italia, le stime elaborate da The European House – Ambrosetti (2017) evidenziano che il 14,9% del totale degli occupati, pari a 3,2 milioni, potrebbe perdere il posto di lavoro su un orizzonte temporale di 15 anni.



Fonte: The European House-Ambrosetti (2017, 36)

Le differenze tra settori riguardano la diversa composizione della forza lavoro, ci sono mansioni come, ad esempio, nei servizi per la salute o nei servizi di comunicazione e informazione, che sono complesse e difficilmente sostituibili; a differenza dei lavori all'interno dell'industria manifatturiera che risultano più facilmente sostituibili. Il rischio di sostituibilità diminuisce all'aumentare delle competenze specifiche dei lavoratori, come ad esempio certificati, lauree,

corsi specifici di formazione o esperienza nel settore. Infatti le percentuali di rischio più elevate sono registrate tra i soggetti con licenza media (pari circa al 18%) e con diploma di maturità (16%), mentre i lavoratori con diploma di specializzazione universitaria presentano un rischio ben più basso (intorno all'1%). In conclusione, le variabili che consentono di tracciare un profilo abbastanza preciso delle caratteristiche che determinano un rischio di sostituzione più basso per un'occupazione sono: 1) non ripetitività del lavoro svolto, 2) capacità creative e innovative richieste per lo svolgimento delle mansioni, 3) complessità intellettuale e operativa delle attività svolte, 4) capacità relazionali e sociali quali empatia, persuasione e abilità negoziali. Oltre al rischio a cui sono esposti i lavoratori relativamente all'occupazione, è stata svolta anche una valutazione sull'esposizione all'automazione delle professioni. La velocità con la quale i posti di lavoro saranno persi dipenderà dalla velocità dell'innovazione, e quindi dallo sviluppo dell'intelligenza artificiale. Benedikt Frey e Michael A. Osborne hanno ipotizzato le occupazioni più e meno suscettibili alla computerizzazione:

| <b>Lavoratori più suscettibili all'automazione (ordine decrescente)</b> | <b>Lavoratori meno suscettibili all'automazione (ordine crescente)</b>           |
|---|--|
| 1. Televenditore  | 1. Psicoterapista sistemico-relazionale  |
| 2. Raccogliatore di informazioni on e offline                           | 2. Supervisor di prima linea in processi meccanici, installazioni e riparazioni  |
| 3. Operatore di intervento per problemi standard nelle fognature        | 3. Direttore di Emergency Management   |
| 4. Tecnico matematico   | 4. Assistente sociale in salute mentale e abuso di sostanze stupefacenti e alcol |
| 5. Agente assicuratore  | 5. Audiologo   |
| 6. Riparatore di orologi  | 6. Terapista occupazionale   |
| 7. Agente di carico e trasporto merci                                   | 7. Ortottista e protesista   |
| 8. Consulente per la preparazione della dichiarazione dei redditi       | 8. Assistente sociale in generale  |
| 9. Operatori di sviluppo foto   | 9. Chirurgo maxillofacciale e orale  |
| 10. Ragioniere  | 10. Supervisore alla prevenzione dei rischi di incendio                          |

Fonte: The European House - Ambrosetti (2017, 61)

Come possiamo notare, tra i lavoratori più suscettibili all'automazione, sono presenti molte mansioni che presentano un elevato grado di complessità. Questo sta a sottolineare che l'automazione non rappresenta più un rischio solamente per la classe operaia e artigiana, ma in breve tempo è diventata una concreta minaccia pure per lavoratori più esperti e qualificati.

### 3.3 La rivoluzione digitale post Covid

Dopo un lungo periodo di crisi e difficoltà generato dal Covid, durante il quale molte imprese sono state costrette ad interrompere l'attività, sia temporaneamente che, in alcuni casi, in via definitiva; il mercato ha finalmente iniziato a dare i primi segnali di ripresa. Tutto ciò è avvenuto in uno scenario completamente nuovo, in cui il lavoro è diventato più flessibile (smart working) e sempre più professionisti si stanno spostando verso il digitale, accelerando un cambiamento che molto probabilmente era comunque destinato a realizzarsi. Oggi, il mercato occupazionale è decisamente cambiato rispetto a com'era prima della pandemia. Basti pensare allo smart working (ovvero una modalità di esecuzione del rapporto di lavoro caratterizzato dall'assenza di vincoli orari o spaziali stabilita mediante accordo tra dipendente e datore di lavoro), il quale ha preso maggiormente piede nel mercato al momento della pandemia. Durante quel periodo, infatti, a causa di molteplici restrizioni riguardanti principalmente gli spostamenti al di fuori della propria abitazione, le imprese sono state costrette ad adottare questo metodo di lavoro (smart working) che permettesse di continuare l'attività all'interno delle mura domestiche. Una volta concluso il periodo critico della pandemia e dunque una volta tornati alla normalità, molte imprese hanno deciso di continuare ad utilizzare questa nuova modalità di lavoro, in versione ibrida. Le multinazionali hanno accettato il fatto che sono pochi i lavoratori disposti a tornare a tempo pieno al lavoro in sede; dunque, per trattenere i migliori talenti e attrarne di nuovi, esse consentono al personale di dividere il proprio tempo tra l'ufficio e le mura domestiche o altra sede, formando così un modello ibrido. Gli effetti della rivoluzione digitale possono essere raggruppati su due dimensioni: la prima è il cosiddetto margine estensivo, ovvero la distruzione di vecchie occupazioni e la creazione di nuovi lavori; la seconda invece è il margine intensivo, cioè il cambiamento delle competenze necessarie nelle professioni. La pandemia non ha solamente dato un maggior impulso all'utilizzo delle tecnologie di comunicazione, ma ha anche aumentato la produttività delle imprese che utilizzavano maggiormente queste tecnologie. Sono quindi cambiati i bisogni e le abitudini dei lavoratori, la richiesta di forza lavoro è ormai dipendente in gran parte dall'innovazione tecnologica. Infatti, le competenze digitali saranno sempre più essenziali in ogni settore e di conseguenza aumenterà la necessità di figure professionali. Non a caso le previsioni per il prossimo quinquennio confermano una crescita rilevante dell'occupazione nella filiera dell'informatica e telecomunicazioni (dal +1,8% al +2,1%), ma anche nella consulenza (dal +1,5% a +1,9%). Questi sono tre dei principali lavori che possono essere svolti anche da remoto; infatti, l'impatto che ha avuto la pandemia in tali attività è sicuramente inferiore all'impatto che ha avuto in molti altri settori. Gli investimenti in infrastrutture per la ricerca, per

l'economia circolare, per le telecomunicazioni, per l'energia e i trasporti permetteranno lo sviluppo di una nuova offerta di beni e servizi in molti segmenti, con prodotti in ottica principalmente green e digital, servizi digitali relativi alla telemedicina, smart mobility, auto elettrica e alla mobilità sostenibile. Le stime dicono che il fabbisogno di professioni specializzate e tecniche, stimato intorno a 1,6-1,7 milioni di unità nel periodo che va dal 2022 al 2026, rappresenterà una quota elevata del totale, circa il 40% del mercato. Tra le professioni specialistiche, invece, il tasso di fabbisogno più elevato risulta per gli ingegneri, stimato tra il 4,5% e il 5,1%. Questo utilizzo sempre maggiore delle nuove tecnologie porterà ad una maggior polarizzazione tra lavori ad alta e a bassa qualificazione. Lo sviluppo dell'automazione deve essere visto in ottica di opportunità anziché di minaccia. Infatti, molti si soffermano sugli aspetti negativi portati da tali innovazioni, tra cui la disoccupazione e la necessità di nuove competenze, tralasciando spesso le nuove opportunità e i nuovi scenari che esse possono aprire. Ci sono studi che affermano come l'utilizzo dell'IA nel contesto lavorativo riesca, se utilizzato correttamente, a portare un aumento effettivo di produttività, efficienza e sicurezza. Dato questo aumento improvviso di competenze richieste dal mercato del lavoro, per molte imprese risulta sempre più difficile trovare personale sufficientemente qualificato. Infatti, in un sondaggio McKinsey su giovani e datori di lavoro, che ha coinvolto nove paesi, il 40% dei datori di lavoro ha affermato che la mancanza di competenze è stata la ragione principale che li ha spinti a non assumere. Se da una parte c'è difficoltà nel reperire personale altamente qualificato, dall'altro lato c'è un'enorme carenza di manodopera. Quest'ultimo problema può essere parzialmente colmato con il ricorso a manodopera non legata alla cittadinanza o residenza nel territorio, così, coloro che non riescono a trovare un impiego nella città in cui vivono, avranno molte più occasioni. In questo modo domanda e offerta si incontrano molto più facilmente, favorendo l'occupazione e la ripresa economica.

### **Considerazioni finali:**

Lo sviluppo dell'automazione deve essere visto senz'altro come una grandissima opportunità per lo sviluppo dell'umanità a condizione che, nel tempo, si propaghi egualmente in tutti i paesi del mondo. Le nuove tecnologie, i social, le interconnessioni e l'intelligenza artificiale devono favorire l'abbattimento delle barriere geografiche, culturali e politiche e soprattutto favorire il passaggio da un'economia fondata sul consumismo ad un'economia basata sulla crescita qualitativa delle persone alle quali dovranno essere garantiti i bisogni primari. Viceversa, lo sviluppo dell'automazione e delle nuove tecnologie potrebbe comportare conseguenze terribili dotando l'uomo della possibilità di distruggere il pianeta non solo attraverso le armi nucleari ma anche semplicemente attraverso un inquinamento insostenibile. Ritengo che già oggi la capacità

industriale e la tecnologia, depurate dall'avidità e dalla stupidità umana, siano in grado di garantire a tutti i cittadini del mondo i bisogni primari quali il cibo, un'abitazione e un'istruzione di base. Se ciò non avviene non è imputabile come in passato alla mancanza di risorse ma ad un utilizzo sconsiderato delle risorse che comporta tra l'altro una generazione insostenibile di rifiuti e una produzione incosciente e pericolosissima di armamenti militari. Una volta soddisfatti i bisogni primari il lavoro contribuirà a soddisfare bisogni più elevati quali la gratificazione personale, la possibilità di crescere intellettualmente, la possibilità di aiutare il prossimo e di adoperarsi effettivamente per un sano sviluppo dell'umanità. Per tale motivo convincere le persone a comprare cose non essenziali (marketing), continuare a produrre beni la cui obsolescenza è sempre più appositamente accelerata oppure continuare a riempire le pance, con un eccesso abnorme di cibo, anziché le menti se può essere positivo per la crescita del PIL a breve termine, a lungo termine potrebbe essere deleterio per la sorte della specie umana. D'altra parte, se è vero come affermava Adam Smith che il risparmio, spinto all'eccesso, distruggerebbe il motivo della produzione e altrettanto vero che il consumismo spinto all'eccesso può portare alla distruzione del pianeta. Quindi riportando le parole del citato economista "ci deve essere un punto intermedio" ed è quello che la nostra generazione sarà impegnata a cercare. Su tali presupposti è probabile e soprattutto auspicabile che il mondo del lavoro umano si sposti dalla produzione di beni destinati a soddisfare i bisogni primari (che sarà sempre di più in futuro affidato alla tecnologia e ai robot) alla produzione di servizi destinati a soddisfare i bisogni secondari. Chiaramente la produzione sufficiente di servizi destinati a soddisfare i bisogni secondari potrà essere raggiunta solamente da personale altamente qualificato e ciò potrà avvenire solo uscendo dalla trappola "low-skills, low-quality trap". La sfida della nostra generazione e delle generazioni future starà proprio nel conseguire sempre di più quelle high income skills in grado di consentire uno sviluppo sano e pacifico della specie umana. Non si può tuttavia ignorare il pericolo derivante dal fatto che una volta garantiti i bisogni primari le persone si adagino ad una vita comoda e senza stimoli portando ad un declino economico, e probabilmente morale, altrettanto da scongiurare. Il mio ottimismo e la mia utopia mi portano ad immaginare che l'evoluzione della specie umana prima o poi vincerà questa sfida. Tutte le barriere verranno abbattute. Il lavoro sarà fonte di gratificazione e non di frustrazione così come l'aiutarsi gli uni con gli altri diventerà la regola e non l'eccezione. Arriveremo anche ad esplorare nuovi pianeti quando avremo imparato a costruire e non a distruggere.

Conteggio parole totali: 9810

## **Bibliografia:**

- Ricciardelli, R. L'impatto dell'innovazione tecnologica sull'occupazione.
- Campa, R. (2016). Non solo veicoli autonomi: passato, presente e futuro della disoccupazione tecnologica.
- TECNOLOGICHE, I. Iniziativa del Centenario dell'ILO sul Futuro del Lavoro 1 Nota informativa.
- Murat, M., & Paba, S. (2004). *Come cambiano le attività economiche ei distretti industriali: un'analisi dell'andamento dell'occupazione tra i due censimenti (1991-2001)*. Università di Modena e Reggio Emilia.
- Lovergine, S., & Pelleri, A. (2019). Quale futuro per il lavoro: analisi della letteratura sugli impatti della robotica.
- Allegretta, L. (2016). Il lavoro che verrà. *Significati, approcci e pratiche di analisi previsionale dei fabbisogni formativi e occupazionali*.
- Perrotta, C. (2021). Keynesian Policy Today: More Employment and More Human Capital. *The Review of Keynesian Studies*, 3, 127-156.
- Luciano, A. (2014). Le strade dell'innovazione. Transizioni difficili e modelli alternativi.
- Scarpetti, G. (2020). *I lavoratori maturi nel processo di digitalizzazione dell'industria italiana: innovazione tecnologica e strategie per l'occupabilità. Executive Summary*.
- Anelli, M., Giuntella, O., & Stella, L. (2019). Robots, labor markets, and family behavior. Available at SSRN 3503770.
- Radu Ionut, A. La minaccia della disoccupazione tecnologica.
- Baussole, M. (2004). *L'adozione Di Nuove Tecnologie in Europa: I Fatti Stilizzati E Il Posizionamento Competitivo Dell'Italia*. Università Cattolica del Sacro Cuore.
- Camussone, P. F. (2017). Digital for job: Il futuro del lavoro: tecnologie. *Mondo Digitale*, 2.
- Dagnino, E. (2016). Uber law: prospettive giuslavoristiche sulla sharing/on-demand economy. *Diritto delle Relazioni industriali*, 26, 137-163.
- Petrucci, F. HR TRANSFORMATION - 15 aprile 2022 “La tecnologia guida la ripresa post Covid: i lavori più ricercati” IPSOA Magazine
- LAVORANO, E. N. S. C. (2003). NUOVI COMPITI DEL LAVORO E NUOVI SOGGETTI CHE LAVORANO. *Etica e deontologia dell'operatore della FP*, 186.
- Sylos Labini, P. (1987). Anche la teoria della disoccupazione è storicamente condizionata.

- Cannone, E. (2020). Automazione e skills, affetti sul mercato del lavoro e disoccupazione giovanile: un'analisi empirica.
- Nushi, A. Il cambiamento tecnologico ed il suo impatto sul mercato del lavoro.
- TERMINE, A. M. PREVISIONE DEI FABBISOGNI OCCUPAZIONALI E PROFESSIONALI IN ITALIA.
- VOTH, HANS-JOACHIM. Living Standards and the Urban Environment. Chap. 10 in The Cambridge Economic History of Modern Britain
- Innovation, jobs, skills and tasks: a multifaceted relationship di Mariacristina Piva e Marco Vivarelli
- Sgobbi, F. La polarizzazione del lavoro nell'era digitale: un'analisi empirica del caso italiano
- della Repubblica, Senato. "Impatto sul mercato del lavoro della quarta rivoluzione industriale." (2017).