



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

CORSO DI LAUREA IN ECONOMIA

PROVA FINALE

"LA MINACCIA DELLA DISOCCUPAZIONE TECNOLOGICA"

RELATORE:

CH.MA PROF. THOMAS BASSETTI

LAUREANDO/A: RADU IONUT ALEXANDRU

MATRICOLA N. 1137969

ANNO ACCADEMICO 2018 –2019

Sommario

Introduzione.....	4
1 Dall'origine della paura alla paura attuale	5
1.1 La rivoluzione industriale.....	5
1.2 Gli effetti nel breve e nel lungo periodo.....	7
1.3 La paura attuale.....	9
2 Le motivazioni della paura	11
2.1 Automatizzazione e digitalizzazione.....	12
2.2 La fine del lavoro umano.....	13
2.3 La sopravvalutazione delle capacità tecnologiche	13
2.4 L'adeguamento delle attività lavorative.....	14
2.5 Gli effetti compensativi macroeconomici.....	15
3 Industry 4.0.....	16
3.1 Le prospettive del benessere sociale	16
3.1.1 Mercato perfetto ex-post non oneroso.....	17
3.1.2 Mercato perfetto ex-post oneroso.....	18
3.1.4 Mercato imperfetto.....	19
3.2 Progresso tecnologico e redistribuzione.....	19
3.3 Le prospettive del lavoro umano.....	21
3.4 La formazione.....	24
Conclusione.....	28
Bibliografia	29

INTRODUZIONE

Nella vita di tutti i giorni ma ancor di più in ambito economico, come afferma Kotler (1999), sapersi adattare e cambiare velocemente costituisce l'unico vantaggio competitivo sostenibile nel lungo periodo. Il successo delle aziende ora più che mai, dipende dalla capacità di potersi innovare per migliorare i propri processi produttivi. La sfida che le imprese devono superare consiste nel rimanere continuamente aggiornate nel settore tecnologico.

Come la storia ci dimostra però, nessun progresso si è mai compiuto in modo indolore; nella tradizione letteraria così come nell'opinione popolare si sono sviluppate differenti correnti di pensiero che hanno analizzato le preoccupazioni relative allo sviluppo tecnologico.

La preoccupazione delle aziende di migliorare i propri processi produttivi attraverso la maggiore produttività del fattore capitale (K) le ha portate quindi a licenziare i lavoratori non qualificati, le cui mansioni sono diventate di volta in volta di competenza dei macchinari di nuova invenzione. Nel 1930 è John Maynard Keynes a sottolineare come il timore della disoccupazione tecnologica si è così conseguentemente diffuso, già a partire dalla prima rivoluzione industriale per poi aumentare proporzionalmente con l'avanzare dell'innovazione, fino a trasformarsi in una vera e propria minaccia ai giorni nostri quando il settore tecnologico sta raggiungendo il suo massimo dinamismo.

Questa preoccupazione presenta certamente differenti gradi a seconda dei settori in cui si manifesta, distinguendosi quindi in quelli ad alta intensità di capitale e quelli ad alta intensità di lavoro, oppure in base al fatto che si riferiscano al mercato dei beni o a quello dei servizi, che risulta maggiormente sotto influenzato dalla componente umana.

La questione focale consiste nel comprendere le implicazioni del progresso tecnologico a lungo termine per poter poi interpretarne gli effetti a breve termine, cercando così di limitarne le conseguenze negative. Sarà quindi fondamentale adottare accorgimenti utili per conciliare l'incessante cammino del progresso con la vita lavorativa della forza lavoro travolta dalla problematica presa in esame, poiché è proprio l'opportunità che viene accordata ad ogni individuo di progredire che acquista valore nella società.

Partendo quindi dalla tradizione letteraria relativa alla diffusione della paura di vivere in un mondo in cui il lavoro si configura come una prerogativa delle macchine, risulta fondamentale concentrarsi sulla modalità con la quale le occupazioni si modificano in seguito all'applicazione delle nuove conoscenze tecnologiche poiché questa sembra essere la principale forma attraverso la quale la paura della disoccupazione tecnologica si manifesta.

Per determinare i rischi che i lavoratori corrono è necessario prendere sotto esame la diffusione della Quarta rivoluzione industriale che non sta cambiando solo le caratteristiche delle

occupazioni attuali e future ma modifica visceralmente il bagaglio di conoscenze necessarie per lo svolgimento delle stesse.

Capitolo 1 DALL'ORIGINE DELLA PAURA ALLA PAURA ATTUALE

Sylos Labini (1987) sostiene che la disoccupazione tecnologica deriva da un processo di ristrutturazione, integrale o parziale di natura tecnologica. Tale disoccupazione può emergere quando il tasso di crescita della domanda dei nuovi beni derivanti da questa innovazione non è abbastanza elevato da sopportare un aumento sostenuto del costo del lavoro.

Mentre la disoccupazione *keynesiana* deriva da una carenza di domanda, la disoccupazione *ricardiana* si configura come la disoccupazione imputabile ad innovazioni che risparmiano lavoro, definita disoccupazione tecnologica in senso stretto. Infatti, la disoccupazione ricardiana ingloba sia la disoccupazione tecnologica causata da un aumento del costo relativo del lavoro, sia quella dipendente da innovazioni "autonome".

Le conseguenze che derivano dalle innovazioni tecnologiche, pur riguardando l'intera economia, agiscono in modo molto differenziato; l'analisi aggregata deve allora essere scomposta sul piano disaggregato, così da poter analizzare l'andamento delle quantità prodotte sia per prezzi e che per redditi. Questa duplice esigenza analitica appare evidente quando ci poniamo il compito d'interpretare il processo di ristrutturazione che ha avuto luogo nell'industria di molti paesi sviluppati negli ultimi 10-15 anni.

Per poter però comprendere a pieno le reali prospettive della disoccupazione tecnologica che minaccia la nostra realtà odierna, risulta necessario analizzare le dinamiche che l'hanno originata e le prime preoccupazioni a riguardo durante la prima Rivoluzione Industriale.

1.1 LA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

Gli effetti negativi della tecnologia hanno iniziato ad essere presi in esame già durante la prima Rivoluzione Industriale dagli economisti classici, considerata come il periodo di rottura con il passato più importante per la storia del progresso tecnologico, analizzando gli effetti che il progresso avrebbe portato sui lavoratori e su come si sarebbero dovuti manifestare nel breve e nel lungo periodo.

Il primo economista ad introdurre il dibattito sulla disoccupazione tecnologica come possibile conseguenza dello sviluppo è stato David Ricardo (1817), che affermava inizialmente che ogni applicazione di macchine a qualsiasi ramo della produzione che fosse stata in grado di risparmiare lavoro sarebbe stata considerata un bene generale. Egli sosteneva che l'introduzione

dei macchinari nell'ambito produttivo avrebbe portato un risparmio per i capitalisti, comportando una diminuzione del prezzo delle merci e generando quindi benessere sia per i consumatori, sia per gli imprenditori, sia per i lavoratori. Ricardo riteneva inoltre che se si fosse ridotto anche il prezzo dei beni necessari alla sussistenza sarebbero diminuiti anche i salari naturali e sarebbe aumentato il tasso di profitto aumentando la ricchezza della nazione. La domanda complessiva di lavoro unita alle risorse economiche dedicate alla retribuzione dei lavoratori sarebbero rimaste invariate, perché i lavoratori che avrebbero perso il posto di lavoro a sfavore delle macchine, sarebbero stati impiegati nella produzione degli stessi macchinari, oppure nella produzione di nuove merci sfruttando il capitale risparmiato.

Tuttavia, nello stesso anno David Ricardo modificò la sua teoria sostenendo che i capitalisti potrebbero decidere, a fronte del miglioramento tecnologico dei loro processi produttivi, di modificare la composizione del capitale investito aumentando quindi il capitale fisso costituito dai macchinari e riducendo il capitale circolante rappresentato dal numero di dipendenti, determinando quindi una riduzione delle risorse economiche dedicate ai lavoratori e conseguentemente una diminuzione dell'offerta di lavoro causando un periodo di disoccupazione transitoria.

Gli effetti negativi di questa fase tendono ad essere amplificato dal fatto che l'impoverimento dei lavoratori potrebbe portare ad una riduzione della domanda di tutte le merci destinate alla sussistenza con una conseguente diminuzione della produzione di tali merci e un'ulteriore riduzione degli occupati nel medesimo settore. Tuttavia, egli chiarisce che l'impiego delle macchine ed i conseguenti effetti negativi non sono motivati dalla sete di denaro capitalista ma sono conformi ai corretti principi dell'economia politica.

In seguito alla riduzione del prezzo delle merci il capitalista registra un aumento di capitale che conseguentemente lo porterà a riassumere una parte delle persone che in un primo tempo era stata licenziata.

In via conclusiva Ricardo osserva che l'aumento dei redditi netti in termini di merci, che sono conseguenza dell'introduzione delle macchine, creerà nuovi risparmi e una nuova accumulazione di capitale, sottolineando così come l'uso delle macchine dovrebbe essere incoraggiato.

I post-ricardiani come John Stuart Mill (1848 [1929]) hanno condiviso le idee di David Ricardo concentrandosi però maggiormente sulle conseguenze negative che la sostituzione dei lavoratori avrebbero comportato sulla classe lavoratrice soprattutto nel breve periodo. La stessa linea di pensiero guida anche Karl Marx, che esercitò un peso decisivo sulla nascita delle ideologie socialiste e comuniste, sostenendo che il miglioramento dei processi tecnologici

rappresenti uno step essenziale per poter raggiungere una prosperità diffusa, seppur comportando l'alienazione del lavoratore.

1.2 GLI EFFETTI NEL BREVE E NEL LUNGO PERIODO

Nonostante gli effetti positivi a lungo termine il prezzo da pagare nel breve è evidente in ambito storico già dalla rivolta luddista nel 1811 mossa dai framework-knitters, lavoratori che svolgevano la propria attività entro le mura domestiche e la cui richiesta di lavoro era fortemente calata. L'interruzione della domanda di alcuni settori è da considerare come una delle conseguenze negative della meccanicizzazione dei processi produttivi a cui la prima Rivoluzione Industriale aveva condotto.

Ad essere particolarmente colpiti furono i lavoratori impiegati nelle industrie domestiche che avevano un capitale molto basso e una bassa intensità produttiva; mentre i salari nelle fabbriche aumentavano, i redditi reali della maggior parte dei lavoratori domestici calavano drasticamente.

Le rivolte iniziarono a Nottingham dove i lavoratori domestici erano in realtà più allarmati dalle pratiche di lavoro a cui erano sottoposti e dai bassi salari che dalla meccanicizzazione, ma ciò nonostante il loro disagio si manifestò proprio contro uno dei simboli della Rivoluzione in corso: i telai delle fabbriche tessili.

Risulta però in questo senso fondamentale distinguere le minusvalenze registratesi in seguito all'introduzione dei macchinari e la diffusione di una vera e propria disoccupazione tecnologica su larga scala, che in Gran Bretagna non si stava evidentemente verificando.

Vickers e Ziebarth (2012), due storici economici, hanno segnalato che la perdita di redditività dei lavori a bassa intensità produttiva e il loro conseguente doloroso abbandono si sono riversati in un aumento del tasso di criminalità da parte delle persone le cui competenze sono state deprezzate dalla meccanicizzazione.

Mentre quindi la disoccupazione e i disagi sociali rappresentano l'aspetto negativo dello sviluppo tecnologico, il lato opposto è rappresentato dall'aumento dei salari che si configurano come uno degli indicatori del benessere della classe lavoratrice che raccontano l'adattamento all'industrializzazione.

Feinstein (1998), evidenzia come nel periodo dal 1780 al 1850 in Gran Bretagna si registri un aumento salariale, mentre gli Stati Uniti sono caratterizzati dalla presenza di un trend irregolare con tassi positivi di crescita dei salari reali dal 1820 al 1860 con importanti differenze tra le regioni e le classi professionali.

I lavoratori impiegati nelle fabbriche di recente “modernizzazione” erano però intimoriti dal tenore di vita sostenuto dal lavoratore di fabbrica e dalle disuguaglianze che naturalmente derivavano.

Alcuni studiosi come inquadrano le esternalità negative dell’industrializzazione come banali, mentre Voth(2004), professore di economia all’università di Zurigo, ne sottolinea 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. Il timore dei luddisti verso il possibile impoverimento dei lavoratori britannici causato dai macchinari non si è però rivelato fondato, dato che la meccanizzazione della Prima Rivoluzione Industriale era in grado di sostituire solo in numero limitato le attività umane ed il cambiamento tecnologico ha naturalmente portato alla domanda di altri tipi di manodopera complementare alle nuove invenzioni. Il miglioramento dei processi produttivi ha conseguentemente assunto anche la forma di innovazione di prodotto, favorendo l’aumento dell’offerta di lavoro anche in settori completamente nuovi per l’economia.

Nel XX secolo però gli economisti Wicksell e Clark iniziarono a concertare i loro studi sul progresso tecnologico e sulle relative capacità di abbassare o aumentare il prodotto marginale del lavoro e conseguentemente i salari, a seconda che la tecnologia sia labour saving oppure labour augmenting, distinguendo tra i possibili effetti deleteri a breve periodo da quelli a lungo termine.

Essi raggiunsero la conclusione che, nonostante lo sviluppo porti ad un temporaneo sfollamento dei lavoratori, esso conduce poi ad un aumento salariale.

Il dibattito si ripresenta poi anche nelle epoche successive; durante la Grande Depressione, Ewan Clague (1935) nelle pagine del Journal of American Statistical Association, afferma che il tasso di spostamento del lavoro supererà il tasso di riassorbimento in modo tale che l’occupazione tecnologica continuerà ad essere ampia considerando che il surplus dei lavoratori anziani sarà eliminato dall’età o dalla morte.

Oltre agli interrogativi riguardanti occupazione e salari, l’innovazione tecnologica genera preoccupazioni anche sulla natura del lavoro e la cosiddetta alienazione del lavoro, analizzate in maniera scrupolosa da Adam Smith ed in particolar modo da Karl Marx; quest’ultimo in particolare si mostra intimorito dal fatto che il capitalismo industriale tenda a tramutare le persone in ingranaggi nella macchina.

Allo stesso modo anche Thomas Jefferson (1787) e John C. Calhoun (1837) analizzano il nuovo mondo capitalista, considerandolo un sistema di schiavitù salariale in cui una parte della comunità vive a discapito del lavoro degli altri.

La questione diventa ancora più rilevante quando il Parlamento britannico nel 1837 pubblica un rapporto sui mali del sistema-fabbrica che enfatizza non solamente le difficoltà dei lavoratori nell'entrare in contatto con il funzionamento delle macchine, rappresentato dall'alta incidenza degli infortuni nell'ambiente lavorativo, ma prende in esame la spinosa questione del lavoro minorile.

1.3 LA PAURA ATTUALE

Le innovazioni tecnologiche che hanno caratterizzato la prima Rivoluzione Industriale si sono configurate principalmente come sostituto alla forza umana, le macchine di quel tempo non erano infatti ancora dotate di intelligenza artificiale e conseguentemente non potevano ragionare, calcolare, percepire o prendere una decisione. Questa volta sembra spaventosamente plausibile che ampie sezioni del mercato del lavoro siano dislocate e che questo venga svuotato. Rifkin (1995) descrive la diffusione della tecnologia comparandola ad una mortale epidemia che si fa strada attraverso il mercato, distruggendo e destabilizzando intere comunità.

Per poter analizzare in maniera chiara il futuro che ci attende è necessario distinguere due possibili effetti della sostituzione del capitale al lavoro: il primo consiste nella definizione della quantità di persone che lavoreranno in media, mentre il secondo si riferisce a come gli impieghi saranno effettivamente distribuiti.

Uno degli aspetti che a primo impatto possono apparire come positivi, consiste nel fatto che la quantità di ore spese come “tempo libero” è aumentata in seguito all'innovazione tecnologica applicata all'industria, dal 2000 le cifre dell'OCSE mostrano una diminuzione di 75 ore lavorate per anno. La diminuzione del tempo lavorativo tuttavia desta al tempo stesso preoccupazione, essa infatti non si configura come un aumento uniforme di tempo libero di “qualità” ma sembra rappresentare un ulteriore elemento che crea invece divergenza tra i segmenti della popolazione e tra la distribuzione del reddito.

Un articolo in *The Economist* (2014) mostra come proprio la classe del tempo libero sia la più tormentata, mostrando come una disparità nelle ore lavorate è guidata dal fatto che i lavoratori più qualificati aumentano il loro sforzo lavorativo mentre il lavoro per la classe lavoratrice con competenze inferiori è in diminuzione. Questo trend si manifesta in tassi relativamente alti per coloro che hanno appena un diploma di scuola superiore; a marzo 2015 il tasso di disoccupazione per questo segmento era del 6% che risalta maggiormente se confrontato con il 3.5% per quelli con una laurea.

La sensazione è che le mansioni di routine con una bassa variabilità abbiano una maggiore predisposizione ad essere automatizzati rispetto a quelli che richiedono un adeguamento continuo a nuove informazioni, a nuove impostazioni fisiche oppure una elevata coordinazione motoria e sensoriale. Molti impieghi di medio livello, sia relativi alla produzione negli impianti sia negli uffici sono diventati più sensibili all'automatizzazione, ciò implica il fatto che i lavoratori di medio livello ora competono nello stesso campo dei lavoratori con basse competenze determinando un cambiamento nella composizione dei segmenti che costituiscono la forza lavoro.

Nonostante il progresso tecnologico possa portare ad una riconfigurazione del mercato del lavoro, è importante porre un freno ai timori relativi alla difficoltà di adattamento al suo mutamento e incentivare invece lo sfruttamento delle possibilità che emergono dallo sviluppo dei nuovi prodotti.

I continui sviluppi tecnologici porteranno ad una maggiore flessibilità relativa alle condizioni e alla localizzazione dei nuovi jobs attraverso l'ascesa delle imprese a contratto che fungono da matchmakers in un fenomeno guidato dalla tecnologia.

Claudia Goldin, (2014) osserva che le industrie in cui i lavori hanno una maggiore flessibilità temporale hanno una maggiore uguaglianza di genere e di guadagni. In un sondaggio condotto dai datori di lavoro, Matos e Galinsky (2014) ritengono che i tipi di flessibilità che sono diventati più diffusi dal 2008, in particolare la flessibilità per quanto riguarda il tempo e il luogo durante il giorno, rendendo possibile la partecipazione dei lavoratori ai bisogni personali o familiari. Dall'altro lato, la flessibilità può rappresentare una modalità per i datori di lavoro di ottenere più impegno dai dipendenti.

A dimostrazione di ciò, si nota come il numero dei lavoratori che svolgono le loro mansioni da casa è quasi raddoppiato dal 1980 al 2010 rendendo meno rigida la separazione tra lavoro e vita domestica.

Poiché l'avvicinamento ad un punto di saturazione dello sviluppo tecnologico sembra ancora un'utopia, il percorso di transizione verso questa economia del futuro si configura come un percorso tortuoso ma, a differenza di quello che ha caratterizzato l'introduzione delle prime macchine all'interno delle fabbriche inglesi durante la prima Rivoluzione Industriale, è evidentemente conveniente la necessità di adattamento delle politiche pubbliche per poterne curare gli effetti collaterali analizzati.

Capitolo 2 LE MOTIVAZIONI DELLA PAURA

La letteratura socioeconomica analizzata si configura come un punto di partenza fondamentale per giungere ad un'analisi più rigorosa delle motivazioni che generano la paura relativa alla disoccupazione tecnologica. Per comprendere l'ansia che la disoccupazione tecnologica genera in molti degli occupati risulta necessario esaminare ciò che effettivamente accade alle occupazioni nel momento in cui un settore beneficia dell'introduzione di un'innovazione tecnologica. Gli economisti ritengono per lo più falsa la teoria secondo cui esista un numero limitato di posto di lavoro e che la loro automatizzazione porti alla loro riduzione senza rimedio, in realtà, in un'economia funzionante, ci si attende che il progresso tecnologico determini entrate aggiuntive tali da poter supportare ulteriori nuovi impieghi. La teoria dei "salari efficienti" rappresenta si configura come una delle teorie che tendono a spiegare come si origina la disoccupazione tecnologica. Questa si basa sul concetto che la produttività dipenda dal salario e che i datori di lavoro siano incentivati a pagare salari superiori al livello di compensazione di mercato, una ragione di questo comportamento consiste nel fatto che la disparità nelle entrate porta ad abbattere il morale dei lavoratori. La curva di utilità potrebbe spostarsi inizialmente verso l'esterno (miglioramento paretiano) e successivamente potrebbe regredire e collocarsi sulla stessa line di utilità precedente in quanto l'utilità dei lavoratori diminuirebbe per un dato livello di utilità degli imprenditori, ma come conseguenza i lavoratori potrebbero ridurre i loro sforzi al punto da ridurre il lavoro risultante determinando un peggioramento nell'utilità di entrambi gli agenti. Il pagamento di un salario equo risulta necessario a ridurre l'effetto "shirking" ma potrebbe condurre al fenomeno della disoccupazione. Un'altra possibile motivazione per cui i salari tendono a non adeguarsi al livello di compensazione del mercato è legata alle leggi sul salario minimo.

Un'altra teoria che potrebbe spiegare il fenomeno della disoccupazione si concentra sul fenomeno di transizione. Il cambiamento tecnologico implica lavoratori in esubero ad una velocità maggiore rispetto a quella con cui questi sono in grado di trovare un nuovo impiego o a quello della creazione di nuovi posti di lavoro. La transizione può risultare prolungata qualora la nuova tecnologia renda obsoleti le skill dei lavoratori e questi ultimi debbano acquisirne di nuovi o cercare nuovi lavori per i quali le loro conoscenze risultino ancora idonee. Spesso di ritmo di distruzione dei lavori è più veloce del ritmo di creazione soprattutto in ragione dell'imperfezione nei mercati dei capitali, che riduce la capacità degli imprenditori di esplorare nuove opportunità di business.

Il progresso tecnologico genera un sentimento di paura e di negatività sulle prospettive del lavoro umano soprattutto quando l'introduzione delle nuove scoperte nell'ambiente economico

che si basa su ipotesi eccessivamente ottimistiche circa la loro effettiva futura implementazione. In questa atmosfera sembra che la recente automatizzazione e digitalizzazione dei processi produttivi potrà mettere fine al lavoro umano.

Ma è necessario sottolineare come molte di queste preoccupazioni non considerano le reali capacità e modalità di implementazione delle nuove tecnologie in ambito economico, allo stesso non prendono in esame gli effetti compensativi di matrice macroeconomica sull'occupazione che le innovazioni tecnologiche determinano e non si focalizzano sulla capacità di adattamento che i lavoratori possono sviluppare in seguito all'automatizzazione e digitalizzazione del loro attuale lavoro.

2.1 AUTOMATIZZAZIONE E DIGITALIZZAZIONE

A partire dal XXI l'automatizzazione e la digitalizzazione sono applicate a mansioni e compiti come il ragionamento, la capacità di provare emozioni e di prendere decisioni, che fino a pochi anni fa erano destinati solo ai lavoratori. Brynjolfsson e McAfee (2014) presentano infatti numerosi esempi dell'applicazione di queste conoscenze in "ambito umano" come l'auto senza conducente, le stampanti 3D, robot di servizio oppure fabbriche interamente automatizzate che caratterizzano "La seconda era della macchina".

La percezione prevalente relativa a queste innovazioni porta a sostenere che la qualità raggiunta dal progresso tecnologico possa portare ad una sostituzione del lavoro umano aumentando l'ansia e le preoccupazioni dei lavoratori. Quest'ansia è la chiave della ricerca realizzata da Frey e Osborne (2013) che analizzando le minacce attuali e potenziali del progresso tecnologico, hanno convenuto come la tecnologia attuale possieda capacità tali da automatizzare le attività manuali ed allo stesso modo anche determinate attività cognitive. A causa di questi progressi è molto probabile che la disoccupazione tecnologica superi ciò che da Aghion e Howitt (1994) è stato definito come l'effetto capitalizzazione, ossia il miglioramento della crescita. Secondo la loro visione l'effetto compensativo della creazione di nuove occupazioni in seguito all'applicazione delle scoperte tecnologiche all'economia è inferiore al numero di disoccupati che la stessa causa, nonostante i tentativi di migliorare le competenze e l'istruzione, soluzioni non più sufficienti per vincere ciò che Brynjolfsson e McAfee (2011) definiscono la "race against the machines". Il modello che introducono valuta solamente la capacità tecnica di sostituzione di determinati compiti a favore delle macchine senza considerarne l'effettiva fattibilità economica. Frey e Osborne deducono che il 47% di tutti i lavori negli Stati Uniti sono da considerarsi ad alto rischio, cioè che "le professioni associate sono potenzialmente automatizzabili entro un decennio o due". Tra le occupazioni a cui si riferiscono ci sono i lavori di assistenza vendita e ufficio ed in particolar modo i posti ricoperti

da lavoratori poco qualificati e per impieghi a basso salario. Vengono dunque sottratte all'analisi quelle attività che non possono essere sostituite dalle macchine nel prossimo futuro, in quanto non possono essere definite in termini di regole codificabili e quindi di algoritmi.

2.2 LA FINE DEL LAVORO MANUALE

Sotto una più attenta analisi però, l'ansia relativa alla disoccupazione tecnologica che questo elaborato causa risulta essere infondata, all'interno di esso emergono infatti evidenti problemi metodologici. Uno di questi è la mancata considerazione del fatto che il progresso tecnologico inizialmente tende a modificare non direttamente le occupazioni ma le attività svolte dai lavoratori, questi infatti spesso tendono a svolgere compiti differenti all'interno delle mansioni stesse. La loro completa automatizzazione, punto centrale dell'analisi di Frey e Osborne, risulta quindi rappresentare una visione eccessivamente negativa. L'applicazione invece di un approccio basato sulle attività che tiene quindi conto dell'eterogeneità delle attività lavorative all'interno delle professioni, riduce fortemente il numero di occupazioni ad alto rischio di automatizzazione. Più precisamente l'adozione di questa prospettiva risulta maggiormente precisa poiché solamente il 9% le occupazioni dei lavoratori negli Stati Uniti risulterebbe così essere a rischio di automatizzazione e non il 47%. Conseguentemente molti occupati che sono stati classificati in determinate attività, potrebbero essere meno vulnerabili all'automatizzazione di quanto questo studio abbia stimato.

Tuttavia, anche considerando l'approccio basato sulle occupazioni, il risultato a cui questo elaborato giunge risulta rispecchiare poco la realtà, in quanto riflette le potenzialità tecnologiche basate sulle valutazioni degli esperti piuttosto che l'effettivo utilizzo di queste, rischiando così di giungere ad una sovrastima dell'automatizzazione del lavoro. Allo stesso modo anche se queste risultano effettivamente implementate, le prospettive future delle occupazioni dipendono dal fatto che i posti di impiego si adeguino o meno ad una nuova divisione del lavoro. L'elaborato inoltre considera solamente i lavori esistenti, ma l'uso delle nuove tecnologie potrebbe portare alla creazione di nuovi posti di lavoro nonché all'aumento della domanda dei consumatori, grazie ad una maggiore competitività tra le imprese con conseguenze positive sia sulla domanda di lavoro sia sul reddito dei lavoratori.

2.3 LA SOPRAVALUTAZIONE DELLE CAPACITA' TECNOLOGICHE

La classificazione delle occupazioni o dei compiti nella categoria di automatizzabile o non automatizzabile generalmente tende ad essere molto problematica poiché molti lavori non sono

ancora codificabili in maniera rigorosa per poter essere automatizzati. Come afferma Pratt (2015) i robot potranno essere in grado di migliorare lo svolgimento delle prestazioni ben definite, ma prima di poter raggiungere questa realtà ci sono ancora molti problemi da risolvere rispetto alle soluzioni già conosciute. Inoltre, è necessario tenere in considerazione che le condizioni necessarie per l'utilizzo di queste nuove tecnologie non sempre sono favorevoli.

Un rapporto sulla digitalizzazione dell'economia tedesca ha rilevato infatti che la digitalizzazione del settore manifatturiero è ancora a livelli molto bassi ed avanzerà lentamente fino al 2020. A corroborare questa ipotesi è importante il contenuto di un sondaggio condotto tra le aziende tedesche dallo ZEW (2015), esso dimostra che solamente il 18% di tutte le aziende conosce il progetto proposto dal Governo tedesco per favorire la digitalizzazione e l'interconnessione dell'industria tedesca noto come "Industria 4.0". Un'ulteriore motivazione potrebbe essere inoltre rappresentata dalla mancanza di personale qualificato in grado di gestire queste nuove tecnologie. Anche se questo fosse ipoteticamente disponibile, le imprese basano le decisioni relative all'innovazione sui prezzi relativi del capitale e del lavoro nello svolgimento di un determinato compito; il problema consiste nella mancata chiarezza relativa al momento in cui sarà più conveniente impiegare le macchine anziché le persone nello svolgimento delle attività più complesse. Oltre alle ragioni di carattere economico risultano rilevanti anche alcune questioni di natura morale, come nel caso della macchina autonoma, e la relativa responsabilità da attribuire nel caso in cui questa sia coinvolta in un incidente automobilistico. Risulta come evidente quindi il gap esistente tra le possibilità tecnologiche e la loro effettiva applicazione.

2.4 L'ADEGUAMENTO DELLE ATTIVITA' LAVORATIVE

L'impatto dell'automatizzazione e della digitalizzazione è fortemente condizionato dal fatto che gli ambienti di lavoro siano in grado di adattarsi alle nuove esigenze. Le nuove tecnologie potrebbero essere impiegate in due differenti sfere di utilizzo: potrebbero sostituire i lavoratori nello svolgimento di alcune compiti, oppure potrebbero completarne alcuni. Spitz e Oener (2006) sostengono che sebbene vi sia un calo degli occupati nello svolgimento dei lavori caratterizzati dalla presenza di compiti di routine, i lavoratori sembrano spostarsi nella seconda sfera delle macchine svolgendo lavori complementari alle mansioni svolte dalle macchine. L'adozione di nuove tecnologie sembra determinare una nuova divisione del lavoro, dove i lavoratori appunto svolgono compiti che completano il lavoro delle macchine, come nel caso delle attività che coinvolgono il monitoraggio dei macchinari. Uno scenario risultante probabile è quindi rappresentato dal cambiamento di luoghi e di compiti che costituiscono determinate occupazioni, meno possibile è che queste siano completamente automatizzate su larga scala.

Finché i lavoratori saranno in grado di adeguarsi alle nuove esigenze, la minaccia della disoccupazione tenderà ad essere sempre più lontana.

2.5 GLI EFFETTI COMPENSATIVI MACROECONOMICI

Diversamente da ciò che emerge da questo elaborato, il rischio di automatizzazione non rappresenta però la scomparsa immediata del lavoro umano. Risulta infatti necessario ricordare che ogni innovazione che comporta un risparmio di manodopera oltre a comportare un periodo di disoccupazione, implica anche la presenza di effetti compensativi derivanti dalle nuove tecnologie che possono portare ad un aumento della domanda di lavoro. Arntz (2014) sostiene l'esistenza di tre principali meccanismi di feedback che contrastano l'impatto del progresso tecnologico sul risparmio di manodopera.

L'analisi dell'OCSE (2015) sull'economia digitale considera che il settore ICT (Information and Communications Technology) sia un motore della crescita economica nei paesi OCSE, infatti tra il 15% e il 52% di tutti gli investimenti nei paesi OCSE erano collegati al settore ICT tra il 2008 e 2013. Il contributo in termini di crescita di occupazione offerto dal settore, dopo un naturale periodo di rallentamento causato dalla crisi economica, ha raggiunto il 22% nel 2013. Frey e Osborne non tenendo conto né dei possibili effetti positivi che le innovazioni tecnologiche potrebbero avere sulle occupazioni, né del fatto che le nuove occupazioni possano essere complementari alle nuove tecnologie, giungono ad una conclusione troppo pessimistica sul futuro del lavoro umano.

Le nuove tecnologie possono aumentare la produttività delle imprese e renderle più competitive. Con costi e prezzi inferiori, queste devono produrre una quantità maggiore di output e conseguentemente richiedere più manodopera compensando parzialmente gli effetti negativi dell'automatizzazione e della digitalizzazione. Graetz e Michels (2015) esaminando gli effetti dell'utilizzo di robot industriali in 17 paesi non hanno riscontrato nessun impatto negativo sull'orario di lavoro totale nel settore preso in esame. Allo stesso modo Gregory (2015) realizza una stima dell'aumento della domanda di lavoro delle regioni europee NUTS2 (La nomenclatura delle unità territoriali statistiche) e sottolinea come le regioni in cui le nuove tecnologie implicano l'automatizzazione dei compiti di routine e determinano miglioramenti in termini di competitività, ottengano una crescita della domanda maggiore rispetto alla disoccupazione generata dalla sostituzione delle macchine.

Inoltre, le imprese che decidono di automatizzare oppure digitalizzare le proprie attività registrano un aumento della produttività del lavoro; ciò può implicare un aumento dei salari, un aumento dell'occupazione o anche di entrambi, che tendono ad aumentare i redditi degli occupati. Di

conseguenza questi saranno portati a richiedere più prodotti e servizi, aumentando ulteriormente la domanda di lavoro nel lungo periodo. Gli effetti positivi di questi meccanismi macroeconomici possono essere colti anche nello studio di Wolter (2015), simulando l'impatto della digitalizzazione sull'economia tedesca, pur notando la presenza di effetti negativi sull'occupazione complessiva, egli conviene che gli effetti positivi siano maggiori.

Sembra quindi che la minaccia della fine del lavoro umano per quanto forte possa essere, risulta attenuata non solamente dagli effetti positivi che le innovazioni hanno sull'offerta di lavoro, dalle peculiarità del contesto economico e tecnologico attuale che non garantisce una piena implementazione delle potenzialità delle tecnologie presenti ma anche dalla caratteristica intrinseca dell'essere umano di adattarsi creando nuove occupazioni complementari con l'introduzione dell'automatizzazione e della digitalizzazione della produzione.

Capitolo 3 INDUSTRY 4.0

Il termine "Industry 4.0" viene utilizzato per la prima volta in Germania per indicare la nuova manifattura digitale, essa prevede l'introduzione nella produzione manifatturiera dell'addictive manufacturing, della robotica avanzata, dell'analisi del big data e dei Cyber Physics Systems, tecnologie il cui esordio determinano l'avvio della Quarta rivoluzione industriale. Risulta quindi fondamentale prendere in esame una trasformazione così profonda delle tecniche di produzione per determinare come conseguentemente cambierà il futuro del lavoro umano e allo stesso tempo per analizzare le minacce e i rischi che i lavoratori dovranno affrontare. L'introduzione dell'intelligenza artificiale in campo economico modifica le prospettive del lavoro umano determinando un cambiamento non solamente del rapporto di lavoro e delle conoscenze richieste a quest'ultimo per svolgere le occupazioni ma determina un imponente influenza sul benessere sociale e sul processo di redistribuzione dei guadagni per innovatori e per gli altri agenti economici. L'Industry 4.0 promette grandi vantaggi, ma allo stesso tempo comporta la minaccia di creare ampie lacune di reddito ed opportunità tra gli occupati nel caso in cui l'innovazione non venga accompagnata da una adeguata riforma dell'istruzione di questi ultimi.

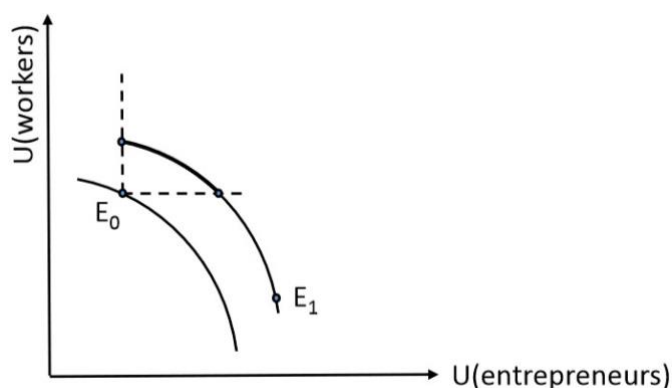
3.1 LE PROSPETTIVE DEL BENESSERE SOCIALE

L'analisi delle conseguenze del progresso tecnologico sul benessere sociale necessita di una definizione primaria della situazione di mercato.

Considerando l'ipotesi di un mercato perfetto che implica una piena conoscenza a priori di tutti i possibili rischi di mercato, quindi con la conseguente possibilità da parte degli agenti economici di tutelarsi in relazione ai rischi, si assiste ad una redistribuzione del reddito generata dall'innovazione al fine di compensare le perdite subite da una determinata tipologia di agenti e assicurare che il progresso tecnologico conduca al miglioramento paretiano, poiché questa ipotesi non trova riscontro nella realtà. Data la possibilità che gli individui siano in una situazione ipotetica di piena conoscenza, i "vincitori" del processo di innovazione compenserebbero i "perdenti" ed il progresso tecnologico migliorerebbe la condizione di tutti gli agenti. In condizioni di mercato perfetto con costi di redistribuzione pari a zero risulta dunque possibile, che il progresso tecnologico sia unanimemente supportato. Nel caso in cui tali costi risultassero significativi si genererebbe un'opposizione al progresso poiché sarebbe impossibile risarcire gli agenti danneggiati.

3.1.1 MERCATO PERFETTO EX-POST NON ONEROSO

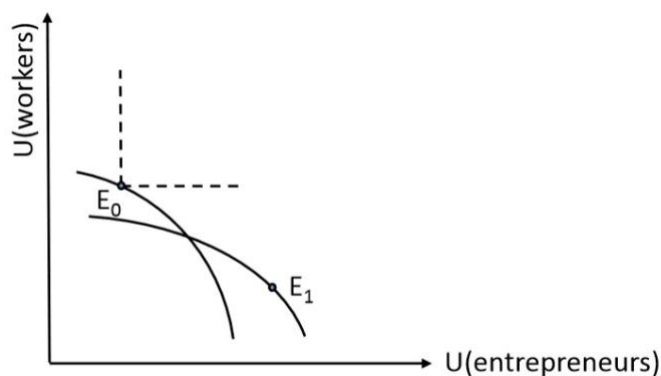
Come introdotto precedentemente, nel caso in cui il mercato fosse perfetto e la redistribuzione fosse realizzata in maniera ottimale ad un costo pari a zero, il progresso tecnologico sarebbe desiderato da ogni agente economico.



Considerando questa situazione, la figura rappresenta la frontiera delle utilità possibili sia per i lavoratori (workers) sia per gli imprenditori (entrepreneurs). Il progresso tecnologico aumenta il livello massimo per gli imprenditori per qualsiasi livello di utilità per il lavoratore. L'introduzione dell'I.A., considerando come affermato in precedenza una redistribuzione senza costi ed ottimale, aumenta la possibilità di crescita della produzione con l'effetto di generare una situazione potenzialmente migliore per tutti gli agenti. Tuttavia, l'effettivo verificarsi di una situazione migliorativa dipende dagli accordi istituzionali, di conseguenza in questo caso non si può parlare di un equilibrio in un mercato competitivo ben regolamentato.

Gli equilibri infatti E_0 ed E_1 si riferiscono rispettivamente all'equilibrio prima e dopo l'innovazione. Risulta evidente che il secondo equilibrio si configura come peggiorativo per i lavoratori poiché essendo un'innovazione a risparmio di lavoro in corrispondenza di un dato salario si verifica una diminuzione della domanda di lavoro. Ciò porterebbe i lavoratori ad opporsi all'innovazione proprio come nel caso dei luddisti se un'adeguata redistribuzione non fosse stata introdotta.

3.1.2 MERCATO PERFETTO EX-POST CON REDISTRIBUZIONE ONEROSA

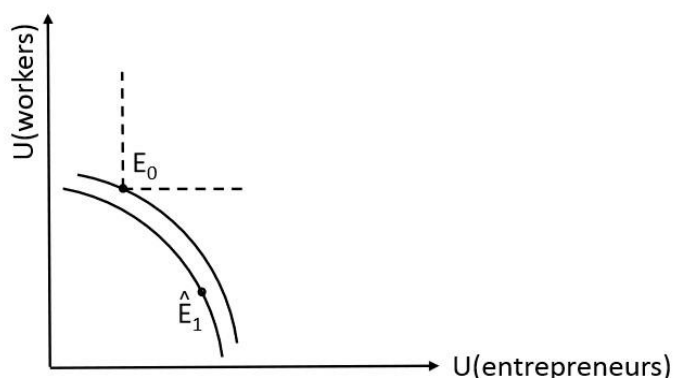


Diversamente da quanto descritto precedentemente, nella figura rappresenta, la frontiera delle possibili utilità risulta limitata dai costi imposti dalla retribuzione. La condizione degli agenti presenti in economia non migliora in maniera unanime a causa delle limitazioni imposte dalla situazione economica ed istituzionale, ne deriva pertanto una perdita di utilità per i lavoratori. Poiché il trasferimento di reddito dagli innovatori determina una perdita di guadagno tale da peggiorare, in ogni caso la situazione dei lavoratori, l'innovazione non si configura come un miglioramento paretiano ma questa diventa un semplice cambiamento che porta un miglioramento della condizione solamente di alcuni agenti.

“I perdenti” si oppongono all'innovazione, pertanto se i lavoratori danneggiati costituiscono la maggioranza e gli innovatori vogliono mantenere la loro nuova condizione, risulta fondamentale pensare a come applicare una redistribuzione a livello collettivo. Secondo la teoria economica di lungo corso denominata “trickle-down”, innovazioni ripetute potrebbero aumentare il benessere degli innovatori al punto che i benefici, a cascata, sarebbero percepiti anche dai lavoratori determinando nel lungo periodo un miglioramento paretiano. Un esempio di questo scenario è rappresentato dalla prima rivoluzione industriale, quando i lavoratori sono riusciti ad ottenere sufficiente capitale umano da raggiungere un quasi totale incremento dei salari.

Risulta molto complicato stabilire quale modello sia effettivamente in grado di rappresentare la realtà: la condizione più plausibile sembra essere quella di un mercato imperfetto, nel quale l'ammontare dei costi di redistribuzione determinano la possibilità di assistere a situazioni come: quella descritta precedentemente, quella palesata nel primo paragrafo, oppure ad un'ulteriore ipotesi rappresentata da un mercato imperfetto con alti costi di redistribuzione.

3.1.3 MERCATO IMPERFETTO



Considerando il caso di un mercato imperfetto, ovvero non in una condizione di ottimo ex-post, la frontiera delle possibilità potrebbe muoversi verso l'interno in risposta ad un'espansione delle possibilità di produzione (ciò si verificherebbe anche in assenza di costi). La condizione di mercato imperfetto implica problemi di informazione, mercati mancanti, rigidità dei prezzi e dei salari e si configura come molto più vicina alla realtà rispetto a quella di mercato perfetto.

Partendo da una situazione di equilibrio E_0 , un'innovazione, che in assenza di mercato dovrebbe aumentare l'efficienza, porta i lavoratori in una condizione peggiore anche in assenza di costi di redistribuzione. Non vi sono possibilità di migliorare contemporaneamente sia le condizioni dei lavoratori che quella degli imprenditori.

In questa situazione di mercato imperfetto le innovazioni possono deteriorare il benessere complessivo.

3.3 PROGRESSO TECNOLOGICO E REDISTRIBUZIONE

La minaccia che il progresso tecnologico risulta determinata dalla capacità che questa detiene di condizionare la distribuzione delle risorse e l'ineguaglianza attraverso il surplus di guadagno degli innovatori e attraverso gli effetti con cui si manifesta su gli altri agenti dell'economia. La tecnologia si configura come un'informazione non rivale ed escludibile. L'esclusività determina un potere di mercato per l'impresa innovatrice che comporta la facoltà di imporre un

determinato prezzo ed ottenere un conseguente surplus di guadagno. Generalmente gli agenti privati si attivano nella produzione di innovazioni guidati dalla volontà di conseguire guadagni, ciò rappresenta un importante incentivo in un sistema di “intellectual property rights” (IPR) determinando una condizione di inefficienza rispetto all’allocazione generata dall’innovazione considerata e distribuita come bene pubblico. L’innovatore è quindi in grado di fare propri i guadagni quando l’accesso all’attività di innovazione è limitato. Un’ulteriore tipologia di restrizione si genera quando l’impresa innovatrice opera in un mercato caratterizzato da una competizione à la Bertrand; la prima impresa a sviluppare un’innovazione costosa può infatti beneficiare di una posizione di monopolio. Quest’ultima è in grado di disincentivare potenziali competitori riducendo i prezzi a livello dei costi marginali impedendo ai propri concorrenti di recuperare l’investimento legato all’innovazione. Nel contesto delle nuove tecnologie si determina una non equa distribuzione dei profitti tra gli innovatori, con un ridotto numero di imprenditori in grado di guadagnare enormi profitti mentre la rimanente maggioranza registra guadagni minori. Risulta dunque necessario tassare e redistribuire tali guadagni.

La redistribuzione coinvolge in egual misura anche altri agenti economici non direttamente coinvolti nel processo di innovazione generando un’externalità legata all’innovazione che si connota sia in termini monetari sia in termini non monetari. L’innovazione può aumentare o ridurre il tasso di inquinamento, condizionare la quantità domandata, la probabilità di comprare o vendere un bene o un fattore oppure in alcuni casi generare disoccupazione.

Per determinare le externalità pecuniarie statiche e dinamiche nel processo di sostituzione dei lavoratori è necessario assumere l’esistenza di una tecnologia che combina capitale e lavoro in una funzione a rendimenti costanti di scala dove per lavoro si intende la somma del lavoro umano e quello dei macchinari (tra loro perfetti sostituti). Considerando un equilibrio competitivo, il salario risulta essere determinato dalla produzione marginale del lavoro; in una prospettiva di breve periodo aumentando di un’unità marginale il lavoro delle macchine i salari diminuiscono ma aumenta il guadagno generato da fattori complementari con risultanza somma zero. Successivamente si verifica una redistribuzione tra il capitale e il lavoro che tende a ridursi ed il guadagno del capitale risulta pari alla perdita dello stock di lavoro. La redistribuzione generata può essere considerata come un’externalità pecuniaria poiché le diminuzioni del salario dei lavoratori e i guadagni ottenuti dai detentori di altri fattori risultano inefficienti. Un trasferimento compensativo dai fattori complementari ai lavoratori annulla tale guadagno inatteso e riconduce alla situazione di benessere iniziale.

La politica può interrompere tale redistribuzione tassando il guadagno atteso e bloccando il sistema del prezzo ai margini. Il risultato determina una funzione di produzione a rendimenti di

scala decrescenti se i guadagni degli innovatori fossero interpretati come un compenso all'imprenditorialità. L'applicazione di tasse su fattori precedentemente accumulati che hanno generato un guadagno inaspettato non quindi risulta distorsiva.

Nel lungo periodo, il progresso tecnologico che implica la sostituzione dei lavoratori determina significativi cambiamenti economici. La scarsità di lavoro può essere in ultima analisi superata conducendo all'accumulo di grandi quantità di fattori complementari. Nel caso in cui non solamente il capitale ma anche il lavoro fossero riproducibili a costi sufficientemente contenuti, l'economia crescerebbe guidata unicamente dall'accumulo di fattori, anche in assenza di ulteriori cambiamenti tecnologici. Risulta conseguentemente identificabile un punto in cui risulta economicamente vantaggioso che le macchine producano altre macchine, nel quale dunque sostituire completamente il lavoro umano. Nella situazione descritta il salario potrebbe rimanere invariato poiché il capitale aumenterebbe in proporzione al lavoro effettivo, così come la produttività marginale del lavoro, lasciando invariato il salario stesso. Gli investimenti verrebbero allocati fra le macchine convenzionali e i nuovi macchinari in sostituzione del lavoro umano ed i guadagni sarebbero uguali al tasso marginale di sostituzione nel corso del tempo.

Quando i fattori risultano tuttavia lenti alla trasformazione, la transizione può risultare complessa con una domanda di lavoro umano decrescente in maniera temporanea. I lavoratori risulterebbero danneggiati dal lavoro svolto dalle macchine stante la presenza di fattori complementari non riproducibili e scarsamente forniti; tali fattori potrebbero limitare la crescita portando i salari reali alla diminuzione e possessori di tali risorse ad assorbire tutte le rendite.

Gli agenti dell'economia inizierebbero una competizione sia per i beni di consumo sia per le risorse scarse e non riproducibili. Risulta chiaro che fino a quando il rendimento generato dalle tasse non distorsive sui fattori è possibile, l'innovazione sostitutiva del lavoro umano può ancora condurre ad un miglioramento paretiano.

3.3 LE PROSPETTIVE DEL LAVORO UMANO

La manifattura digitale introduce anche ulteriori problematiche relative al dibattito ormai secolare tra luddismo e innovazione. Difatti di fronte a rivoluzioni di questo genere è possibile riscontrare opinioni fortemente contrastanti, poiché si ritiene che un utilizzo eccessivo dei macchinari possa comportare ad un eccesso di disoccupazione dovuta al fatto che gli strumenti utilizzati comprimono la necessità di ricorrere alla forza lavoro manuale (Tulini,2016). Tuttavia, questo fenomeno rimane ancora da dimostrare, poiché pur essendo vero che le

innovazioni tecnologiche abbiano modificato il modus operandi di molte professioni e abbiano fatto estinguere alcune figure professionali, allo stesso modo hanno contribuito alla nascita di nuovi lavori andando a riassorbire la forza lavoro inizialmente esclusa. Così come l'introduzione di innovazioni tecnologiche in ambito economico nel passato hanno portato ad una redistribuzione della forza lavoro, non ci sono motivi per cui non si assista nuovamente ad un ricollocamento della forza lavoro attraverso significativi impegni nell'ambito dell'istruzione, pur non essendo la creazione di nuovi posti di lavoro immediata. La questione cruciale è capire se l'uomo diventerà strumento delle macchine o esse strumento dell'uomo, soprattutto per quanto riguarda il settore manifatturiero in cui come abbiamo visto la Quarta rivoluzione industriale si sta maggiormente diffondendo; a seconda di quale sia la risposta a questo interrogativo si delineano due paradigmi differenti. Kurtz e Ganz (2014) analizzano le relazioni tra le componenti tecnologiche, in particolar modo le ultime evoluzioni della robotica ed i lavoratori. Questi osservano che se da un lato i robot permettono alle imprese di superare alcuni limiti intrinseci alla natura dell'essere umano quali la stanchezza, la distrazione, l'errore volontario oppure il sabotaggio, le macchine non possiedono una completa capacità di azione e rimangono in ultima analisi vincolati alla programmazione umana. I due studiosi propongono quindi due scenari alternativi.

Nel primo caso è possibile considerare lo scenario caratterizzato dall'automatizzazione, in cui le macchine agiscono in autonomia e controllano il processo produttivo sfruttando unicamente i sensori di cui sono dotati mentre le attività umane sono interamente dirette e governate dalle prime. La produzione è guidata da CPS (caterpillar production system) mentre il lavoro umano si svolge in relazione a stimoli e direttive impartite da tali sistemi. Le attività si limitano al monitoraggio dei CPS e al problem solving che tuttavia, grazie al continuo miglioramento delle tecnologie, è destinato a ridursi in futuro. Le conseguenze occupazionali in questo scenario risultano animare le ansie più profonde dei lavoratori odierni, si configurano infatti come una riduzione dei posti di lavoro sia nella fascia media che nella fascia bassa delle competenze unite ad un significativo aumento dei tassi di disoccupazione. La fascia di lavoratori che presentano competenze basse risulta sostituita, già dal 1980, dalle componenti robotiche che sono in grado di svolgere le attività di routine non cognitive e grazie alle nuove evoluzioni, anche quelle non routinarie con gradi di efficienza superiori a quelli umani. La fascia media dei lavoratori verrebbe sostituita dai CPS, che possono svolgere le attività cognitive routinarie di gestione del processo produttivo che fino a poco tempo fa erano svolte da operai specializzati. Si assisterebbe poi inoltre ad un aumento del numero di lavoratori con elevate competenze e professionalità in grado di svolgere attività non di routine che i nuovi macchinari non solo in

grado di portare a termine. Queste risorse sono particolarmente importanti poiché caratterizzate da una elevata produttività, tuttavia la loro rilevanza all'interno dell'impresa tende a crescere ulteriormente se si prende in esame l'elevato livello di personalizzazione dei prodotti attuali, in quanto i CPS necessitano di una progettazione precisa e non automatizzabile per adeguarsi alle singole esigenze del consumatore.

All'interno del secondo scenario, noto come quello della specializzazione, si ha una situazione diametralmente opposta invertendo i ruoli tra CPS e lavoratori. Ciò potrebbe essere attuato attraverso il controllo completo dei CPS da parte dei lavoratori nello stesso modo in cui succederebbe con uno strumento avanzato di gestione della produzione. In questo caso i CPS mantengono un ruolo importante nell'affiancare i lavoratori a gestire efficacemente la complessità ed incidendo in maniera positiva sulla qualità sia del lavoro che della produzione. Dal punto di vista occupazionale questa soluzione si configura come meno allarmista, poiché la riduzione dei posti di lavoro che questa determinerebbe, comprenderebbe principalmente gli addetti alle attività manuali. Risulterebbe maggiore non solamente la presenza di personale altamente qualificato, come accade nello scenario precedentemente analizzato, ma anche quella del personale di medio livello poiché caratterizzato da elevate competenze di tipo tecnico ed in grado di comunicare e collaborare con i sistemi informativi.

La prima ipotesi porta la figura del lavoratore verso una marginalità mai sperimentata, identificandola come controllore ed esecutore non più di direttive ordinate dai superiori ma da macchine altamente sofisticate. La seconda diversamente si configura come uno scenario in cui si riconosce una rinnovata centralità della persona del lavoratore nei processi produttivi, data da un maggiore coinvolgimento e dell'aumento delle responsabilità in cui la chiave di lettura del modo in cui vengono gestiti i rapporti tra macchine e persone risulta essere la complementarietà e non il conflitto.

Stando a quanto riportato da una recente analisi del World Economic Forum si stima che nei prossimi sette anni 133 milioni di nuovi posti di lavoro, a fronte dei 75 milioni andranno persi; tuttavia lo studio McKinsey prevede che, per ogni impiego manuale destinato a scomparire con i robot, si creeranno 2,6 occupati in nuove professioni. Ciò suggerisce che solo il 5% dei lavoratori di oggi sono destinati a scomparire in modo definitivo. La seconda opzione risulta ampiamente più applicabile alla realtà manifatturiera, poiché essa oggi non è interamente digitalizzata ed automatizzata e difficilmente lo sarà nella sua totalità, in virtù dell'importanza del capitale umano e del suo valore aggiunto nei processi di innovazione. La presenza di gruppi tecnici altamente specializzati nei diversi settori della produzione manifatturiera, impiegati in operazioni di gestione e controllo, può essere un fattore determinante in termini di competitività

e risultati per le imprese. A queste considerazioni si aggiungono anche ragioni di carattere socioeconomico come la necessità di non minare le fondamenta del tessuto sociale della classe media che, in una situazione di sostituzione completa da parte delle macchine, risulterebbe esclusa dalla produzione manifatturiera. In ultima analisi dobbiamo riconoscere l'esistenza di un nesso causale tra il binomio genio-creatività umana e la macchina. Gli automi non hanno la capacità di auto-generarsi e pur essendo in grado di migliorare le proprie prestazioni, non sono in grado di produrre da sé salti qualitativi. Inoltre, considerando la metamorfosi del ruolo del lavoratore all'interno del nuovo panorama della produzione manifatturiera, risulta necessario sottolineare che sebbene esso sia meno incidente quantitativamente a causa dell'automatizzazione, deve aumentare maggiormente la sua contribuzione nel ruolo di innovatore. Questo nuovo ruolo è reso possibile dalle stesse variabili che hanno portato all'evoluzione del paradigma del lavoro subordinato, in particolare grazie all'utilizzo della connettività mobile che consente l'autonomia spazio-temporale rispetto a luoghi e orari di lavoro. Sembra dunque plausibile che la tecnologia farà proprie le attività ripetitive, più o meno complesse; mentre gli uomini si dedicheranno alle altre attività a maggior valore aggiunto come conseguenza dell'essere "cervelli pensanti" e difficili da automatizzare.

3.4 LA FORMAZIONE

Come introdotto anche nei precedenti paragrafi, la Quarta rivoluzione industriale comporta l'utilizzo di nuove tecnologie che prevedono la necessità di nuove occupazioni e conseguentemente di nuove competenze, figure professionali in grado di poter comunicare, collaborare con i nuovi sofisticati sistemi informativi e di affrontare le sfide che i Cyber Physical System propongono. Tutte le nuove professioni risulteranno caratterizzate dalla necessità di possedere competenze informatiche e dalla possibilità di avere carriere multiple a causa della flessibilità del sistema in cui il loro lavoro è inserito. Un problema fondamentale che aumenterà la paura dei lavoratori di essere travolti dalla disoccupazione tecnologica, consiste nel disallineamento tra le esigenze delle imprese in termine di skill e la preparazione effettiva non solamente dei lavoratori in età avanzata, ma anche quella di cui dispongono gli studenti nel momento in cui terminano il loro percorso di studi. I principali problemi tuttavia, tendono a manifestarsi quando sono i lavoratori in età avanzata a dover riconfigurare le loro competenze per essere in grado di rapportarsi con i nuovi macchinari.

Il giorno di apertura nel 2019 del World Economic Forum Annual Meeting di Davos-Klosters in Svizzera, la sessione ha analizzato il tema del cambiamento guidato dalle tecnologie emergenti ritenendolo sì vantaggioso ma allo stesso tempo minaccioso. Come afferma infatti Marc R. Benioff, Chairman e CEO di Salesforce negli Stati Uniti si è arrivati ad un punto in cui

è possibile che lo sviluppo tecnologico sia in grado di accelerare e aumentare emarginati digitali. Il 45% dei lavoratori intervistati dall'OCSE crede di non avere l'abilità appropriata imposta dallo sviluppo per svolgere efficacemente il loro lavoro. La questione risulta particolarmente importante anche in Messico, Giappone e Corea. Solo 3 lavoratori su 10 credono di avere le giuste competenze per essere in grado di svolgere le nuove mansioni. Inoltre, in Europa il 40% dei datori di lavoro ha riferito che nel 2013 avevano difficoltà a trovare persone con le competenze necessarie nel settore manifatturiero. Il dinamismo del settore tecnologico sta modificando il nostro modo di lavorare e le competenze dei lavoratori avranno bisogno di adeguarsi per non essere vittime della disoccupazione tecnologica.

Capelli (2015), analizzando l'incongruenza esistente tra le competenze richieste dalle imprese e quelle possedute dai lavoratori è in grado di determinare tre differenti tipologie di disallineamento. La prima è rappresentata dallo skills gap, che si riferisce all'incapacità del sistema scolastico di fornire agli studenti le competenze necessarie, portando alla costante diminuzione delle capacità basilari dei futuri lavoratori. La skills shortage si riferisce alla mancanza di soggetti con la formazione tale da soddisfare la domanda di lavoro delle imprese, mentre la skills mismatch rappresenta una categoria generale che si riferisce ad un disallineamento tra domanda ed offerta di lavoro sia come carenza di offerta sia come carenza di domanda. Il motivo dell'esistenza di questi disallineamenti risulta principalmente dovuto all'incapacità del sistema scolastico di adattarsi alle nuove richieste, spesso infatti i percorsi formativi che dovrebbero essere in grado di preparare le persone ad affrontare le attività che le attuali occupazioni comportano non sono in grado di fornire né le skill su cui i lavoratori dovrebbero fare affidamento né le conoscenze informatiche, che rappresentano un elemento essenziale per moltissime realtà e senza le quali si rende difficile se non impossibile portare avanti le mansioni da svolgere.

Il processo di istruzione dei lavoratori che da sempre si è caratterizzato per dalla sua rigidità e chiusura nei confronti delle varie figure professionali; grazie alla marcata divisione esistente tra le carriere questa configurazione è stato per molto tempo ritenuto come la soluzione ottima. Con l'avvento della Quarta rivoluzione industriale il ruolo dell'istruzione è diventata una questione sempre più critica poiché l'adozione di logiche tipiche di quest'ultima comporta, come già evidenziato nei paragrafi precedenti, il superamento delle vecchie strutture aziendali nelle quali ogni compito era fortemente suddiviso tra i lavoratori, arrivando al punto in cui una figura aziendale può addirittura ricoprire ruoli cross-funzionali. (Cainarca e Sgobbi, 2005). Per evitare che il disallineamento delle competenze conduca i lavoratori alla disoccupazione è necessario che i programmi di istruzione forniscano dei percorsi di studio interdisciplinari

adattandone i contenuti alle richieste provenienti dalle imprese. Il percorso formativo deve fare in modo che gli studenti non possiedano solamente le conoscenze specifiche delle attività che svolgono ma anche che questi possano aggiungere al loro bagaglio corsi legati al mondo dell'IT come per esempio corsi di programmazione e di progettazione di software. Queste abilità sono state erroneamente considerate come delle skill utili solamente per lo svolgimento di occupazioni strettamente collegate al mondo dell'informatica, quando in realtà nel panorama dell'Industry 4.0 si configurano come delle conoscenze necessarie indipendentemente dal settore. Risulta fondamentale che queste non solo vengano introdotte obbligatoriamente nei percorsi formativi dei nuovi lavoratori ma che possano essere presenti in corsi di aggiornamento per tutti i lavoratori in attività (Cappelli 2014). La preparazione dei lavoratori risulta ancora più importante soprattutto in un contesto lavorativo dove la presenza di una forte flessibilità nel mondo del lavoro si traduce in una mancanza di sicurezza dello stesso che porta il lavoratore a non spendere energie per la propria preparazione e per aumentare la produttività sul posto di lavoro. A causa di ciò le persone tenderanno a concentrare i propri sforzi nella ricerca di un posto di lavoro prima di giungere alla scadenza del contratto in essere togliendo così molto tempo ed energie al miglioramento del proprio bagaglio di conoscenze e delle relazioni con i propri colleghi.

In questa prospettiva i programmi ITS risultano fondamentali perché non formano le persone solamente per ricoprire profili con mansioni super specialistiche destinate a essere rapidamente superate dall'evoluzione tecnologica e organizzativa ma anche ‘ mestieri e professioni a banda larga ad alto livello di conoscenze, competente e capacità trasferibili e al tempo stesso ad alto livello di specializzazione’. Gli allievi saranno formati per svolgere sia il lavoro a base artigiana, sia il lavoro svolto su conoscenze simboliche, sia il lavoro di supervisione, ossia a divenire “lavoratori della conoscenza” in tutte le sue accezioni e a tutti i livelli di competenza. Gli ITS, con il contributo delle imprese e delle istituzioni, determinano mestieri e professioni che rappresentano campi professionali estesi e le loro articolazioni per settore e specializzazione, disegnate in modo da assicurare identità alle persone e gestibilità da parte delle imprese e del sistema educativo. Questi mestieri e professioni hanno alcuni requisiti in comune, a cui corrisponderà una fase della didattica comune ai vari settori e specializzazioni: conoscenze di base (per esempio matematica, tecnologia, logica, storia dell'arte, lingue etc.), capacità di base (design thinking, project work, team work etc.), attitudini e abitudini (disponibilità a svolgere anche compiti umili, padronanza di lavori manuali, tensione ad accrescere la professionalità, contribuire al lavoro organizzato, passione per il ben fatto e dedizione al cliente). Essi saranno articolati in base alle esigenze delle imprese, espresse in

termini di “ruoli professionali specifici richiesti”. Quindi il ruolo è una componente chiave del piano didattico mentre la formazione è un modo per fare evolvere i ruoli richiesti in ruoli agiti. L’ITS prepara a professioni a larga banda, includendo lavori umili e lavori complessi, fasi di apprendistato e fasi di responsabilità importanti, forme di mobilità territoriale e aziendale abilitanti, riconoscimenti e certificazioni delle qualità umane e professionali. L’ITS tende a conciliare tecnica e cultura, teoria e pratica, formazione della persona e formazione alla professione. Un contributo a superare la tradizionale contrapposizione fra scuole che offrono insegnamenti teorici e scuole che offrono insegnamenti pratici. La formazione in generale e l’ITS in particolare non possono però limitarsi a formare lavoratori e professionisti sia pur a banda larga, ma devono formare persone vere, persone integrali. Il modello di lavoro tendenziale che emerge dalla quarta rivoluzione industriale implica la combinazione di tutte le forme di conoscenza teorica e pratica. I nuovi mestieri e le nuove professioni conterranno la combinazione di diversi modelli di lavoro: conterranno le caratteristiche di razionalità delle occupazioni industriali che hanno potenziato nel XX secolo la produttività del lavoro, le caratteristiche di qualità e bellezza del lavoro artigiano vecchio e nuovo, le caratteristiche di elevata formazione, giurisdizione e responsabilità delle libere professioni. L’elevata maestria e abilità tecnica richiesta da questo modello attiva la conoscenza razionale, la pratica corporea, l’immaginazione e crea persone che siano non solo animal laborans, ma homo faber, ossia persone non solo impegnate sul cosa produrre, ma anche sul perché; persone che non siano esaurite nell’oggetto o servizio prodotto, ma capaci di “costruire una vita in comune” con gli altri lavoratori e con i clienti persona. Tendere e praticare questo modello crea le condizioni strutturali per creare “persone integrali”, ossia persone che siano fisicamente, socialmente, psicologicamente, professionalmente, eticamente integre e soprattutto che godano di una solida integrità del sé.

Conclusione

L'avvento della "Industry 4.0" e la conseguente della IA implicano che sia lecito aspettarsi la sostituzione dei lavoratori, anche se le evidenze empiriche sono ancora insufficienti per determinare in maniera definitiva se una grossa parte dell'occupazione odierna sarà sostituita temporaneamente o definitivamente. Le imprese che si assumono il rischio di essere dei precursori in questo campo e di affidare la produzione dei loro output alle machine utensili in maniera completa, possono cogliere enormi opportunità di guadagno. Il progresso tecnologico risulta tuttavia in grado di determinare opportunità di crescita non solamente per quanto riguarda i guadagni delle imprese ma come sostiene la teoria della crescita endogena siccome questo porta nel tempo allo sviluppo della produttività determina l'aumento della ricchezza all'interno di un Paese. L'influenza che il progresso esercita sul mercato del lavoro e sulle occupazioni si configura come una forza distruttrice-creativa in quanto molte occupazioni scompaiono ma altre se ne creano grazie all'ingegno dell'uomo. David Autor, in un suo discorso al TEDx di Cambridge, spiega perché ritiene che l'automazione non porterà ad alti livelli di disoccupazione. Egli sostiene che non bisogna sottovalutare l'ingegnosità umana poiché le prove dell'efficacia di questa forza risalgono a partire dalla prima rivoluzione industriale e sostenere l'esistenza di uno scenario futuro caratterizzato dall'assenza del lavoro umano significa non avere fiducia del genio e della creatività umana.

Indipendentemente sia o meno fondata risulta fondamentale farsi trovare impreparati ad un cambiamento di tale proporzioni senza alcun ausilio da parte dei governi, i quali devono attivarsi alla predisposizione di piani ben precisi per aiutare le imprese ad implementare le nuove tecnologie nel modo migliore possibile, cercando al contempo di non danneggiare i lavoratori già provati dalla crisi economica.

Numero parole: 9700

Bibliografia

ACEMOGLU, D., & AUTOR, D. (2011). *Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings*. In Handbook of labor economics (Vol. 4, pp. 1043-1171). Elsevier.

AGHION, P. and P. HOWITT (1994), "Growth and Unemployment", The Review of Economic Studies, 61(3), pp. 477-494.

ARNTZ, M., T. GREGORY e U. ZIERAHN (2016), *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris. Disponibile su: <<https://futuroexponencial.com/wp-content/uploads/2018/02/OECD.pdf>> [Data di accesso: 15/07/2019].

ARNTZ, M., T. GREGORY e U. ZIERAHN (2014). *Auswirkungen des technologischen Wandels auf den Arbeitsmarkt, Study for the Bundesministerium für Arbeit und Soziales* In: ARNTZ, M., T. GREGORY e U. ZIERAHN (2016), *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris, pp. 24

ANTON KORINEK e JOSEPH E. STIGLITZ, 2017, Artificial Intelligence and its implications for income distribution and unemployment.

BRYNJOLFSSON e MCAFEE (2014), *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies* In: ARNTZ, M., T. GREGORY e U. ZIERAHN (2016), *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris, pp. 7-8

BRYNJOLFSSON e MCAFEE (2011), *Race Against the Machines : How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Digital Frontier Press. In: ARNTZ, M., T. GREGORY e U. ZIERAHN (2016), "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis", OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris, pp. 10

CALHOUN, JOHN C. 1837. "The 'Positive Good' of Slavery in 1837." Speech in the U.S. Senate, February 6th In: MOKYR, J., VICKERS and C., ZIEBARTH, N.L., 2015. *The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different?* Journal of Economic Perspectives. —Volume 29, Number 3—Summer 2015—Pages 31–50, pp. 8

CAINARCA, G.C. e SGOBBI, F., 2005. *Educational mismatch e skill mismatch: un'indagine empirica sui lavoratori italiani*. XX Convegno Nazionale di Economia del Lavoro. Roma, Università di Roma, 22/09/2005 e 23/09/2005. Disponibile su:

< http://www.aiel.it/Old/bacheca/ROMA/Matching/cainarca_sgobbi.pdf> [Data di accesso: 30/07/2019].

- CATALANI, G., 2015. INDUSTRY 4.0, *La strategia Europa 2020 promuove una crescita intelligente, sostenibile ed inclusiva*.
- CLAGUE, EWAN. 1935. "The Problem of Unemployment and the Changing Structure of Industry." *Journal of the American Statistical Association* 30(189): 209–214.
- GOLDIN, CLAUDIA. 2014 "A Grand Gender Convergence: Its Last Chapter." *American Economic Review* 104(4): 1091–1119.
- FEISTEIN, CHARLES H. 1998. "Pessimism Perpetuated: Real Wages and the Standard of Living in Britain during and after the Industrial Revolution." *Journal of Economic History* 58(3): 625–58.
- FREY, C.B., E M.A. OSBORNE, 2013, *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?* University of Oxford. Disponibile su:
<https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf>
[Data di accesso: 15/07/2019].
- GRAETZ, G., e G. Michaels (2015), *Robots and Work*, IZA Discussion Paper, No. 8938
- GREGORY, T., A. SALOMONS e U. ZIERAHN (2015). Technological Change and Regional Labor Market Disparities in Europe, Centre for European Economic Research, Mannheim In: ARNTZ, M., T. GREGORY e U. ZIERAHN (2016), *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris, pp. 25
- JEFFERSON, THOMAS. 1787. Notes on the State of Virginia. University of Virginia American Studies. In: MOKYR, J., VICKERS and C., ZIEBARTH, N.L., 2015. *The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different?* Journal of Economic Perspectives. —Volume 29, Number 3—Summer 2015—Pages 31–50, pp. 38
- KOTLER, P., 1999. Il marketing secondo Kotler. Milano: Il Sole 24 Ore.
- KURTZ, THOMAS. 2014. "Weak and strong solutions of general stochastic models" In: SEGHEZZI, F., 2016. *Lavoro e relazioni industriali in Industry 4.0*. Diritto delle Relazioni Industriali n. 1/2016, pp 11-19
- LINDERT, PETER H. 2000. "When Did Inequality Rise in Britain and America?" *Journal of Income Distribution* 9(1): 11–25.
- MATOS, KENNET, e ELLEN GALINSKY. 2014. 2014 National Study of Employers. Families and Work Institute. In: MOKYR, J., VICKERS and C., ZIEBARTH, N.L., 2015. *The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different?* Journal of Economic Perspectives. —Volume 29, Number 3—Summer 2015—Pages 31–50, pp. 46
- MILL, JOHN STUART. 1848 [1929]. *Principles of Political Economy*, edited by W. J. Ashley. London: Longmans, Green and Co. In: MOKYR, J., VICKERS and C., ZIEBARTH,

N.L., 2015. *The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different?* Journal of Economic Perspectives. —Volume 29, Number 3—Summer 2015—Pages 31–50, pp 33-34

MOKYR, J., VICKERS e C., ZIEBARTH, N.L., 2015. *The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different?* Journal of Economic Perspectives. —Volume 29, Number 3—Summer 2015—Pages 31–50 Disponibile su : <<https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.29.3.31>> [Data di accesso: 26/06/2019].

PAOLO, S., LABINI, 1987. "Moneta e Credito" vol. 40, n. 159, pp. 247-301, [online]. Disponibile su: <<http://dspace.unitus.it/bitstream/2067/506/1/Moneta%2520e%2520credito%25201987.pdf>> [Data di accesso: 16/08/2019].

OCSE (2015), *OECD Digital Economy Outlook 2015*, OECD Publishing, Paris [online]. Disponibile su: <https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-digital-economy-outlook-2015_9789264232440-en> [Data di accesso: 30/07/2019].

PETER H. CAPPELLI, 2015. "[Skill Gaps, Skill Shortages, and Skill Mismatches](#)," ILR Review, vol 68(2), pages 251-290 [online]. Disponibile su: <<https://www.nber.org/papers/w20382.pdf>> [Data di accesso: 30/07/2019].

PRATT, G. A. (2015), *Is a Cambrian Explosion Coming for Robotics?*, The Journal of Economic Perspectives, Vol. 29, No. 3 (Summer 2015), pp. 51-60, American Economic Association

RICARDO, DAVID. 1817. *On the Principles of Political Economy and Taxation*. Piero Sraffa (Ed.) *Works and Correspondence of David Ricardo, Volume I*, Cambridge University Press

RIKFIN, JEREMY 1995. *The End of Work*. New York: J.B. Putnam. In: MOKYR, J., VICKERS and C., ZIEBARTH, N.L., 2015. *The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different?* Journal of Economic Perspectives. —Volume 29, Number 3—Summer 2015—Pages 31–50, pp. 32, 42

SEGHEZZI, F., 2016. *Lavoro e relazioni industriali in Industry 4.0*. Diritto delle Relazioni Industriali n. 1/2016. [online]. Disponibile su: <<http://www.bollettinoadapt.it/wp-content/uploads/2016/01/wp-1.pdf>> [Data di accesso: 16/08/2019].

Spitz-Oener, A. (2006), Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands: Looking outside the Wage Structure, Journal of Labor Economics, Vol. 24, pp. 235-270 In: ARNTZ, M., T. GREGORY e U. ZIERAHN (2016), *The Risk of Automation for Jobs in OECD*

Countries: A Comparative Analysis, OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris, pp. 7, 24

TULLINI, P., 2016. *Economia digitale e lavoro non-standard*. Labour & Law Issues, Vol. 2, No. 2, 2016.

VICKERS, CHIRS, e NICOLAS L. ZIEBARTH. 2012 *Economic Development and the Demographics of Criminals in Victorian England*. Unpublished paper, Auburn University and University of Iowa. In: MOKYR, J., VICKERS and C., ZIEBARTH, N.L., 2015. *The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different?* Journal of Economic Perspectives. —Volume 29, Number 3—Summer 2015—Pages 31–50, pp. 35

VOTH, HANS-JOACHIM. Living Standards and the Urban Environment. Chap. 10 in *The Cambridge Economic History of Modern Britain: Volume I*. Edited by Roderick Floud and Paul Johnson. Cambridge University Press. In: MOKYR, J., VICKERS and C., ZIEBARTH, N.L., 2015. *The history of technological anxiety and the future of economic growth: Is this time different?* Journal of Economic Perspectives. —Volume 29, Number 3—Summer 2015—Pages 31–50, pp. 36-37

WOLTER, M. I., A. MONNIG, M. HUMMEL et al. (2015), *Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen*, IAB Forschungsbericht, No. 8/2015.

ZEW (2015), *ICT Report. Company Survey on the Use of Information and Communication Technologies*, October 2015, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim.