



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI ECONOMIA “GIORGIO FUÀ”

Corso di Laurea Magistrale in Economia e Management

**Robotica, automazione
e intelligenza artificiale**

**Robotics, automation
and artificial intelligent**

Relatore: Chiar.mo

Prof. Roberto Giulianelli

Tesi di Laurea di:

Riccardo Mogetta

Anno Accademico 2018 – 2019

INDICE:

Introduzione	3
1. Le rivoluzioni industriali	5
1.1 La prima rivoluzione industriale	5
1.1.1 La crescita demografica	8
1.1.2 La rivoluzione agraria	11
1.1.3 La nascita dell'industria moderna	16
1.1.4 Le fabbriche	18
1.1.5 L'industria del cotone	20
1.1.6 L'industria del ferro	25
1.1.7 La rivoluzione dei trasporti	29
1.2 La seconda rivoluzione industriale	30
1.2.1 L'elettricit�	35
1.2.2 L'organizzazione scientifica del lavoro	36
1.2.3 Dalla libera concorrenza alle concentrazioni industriali	38
1.2.4 La depressione di fine Ottocento	39
1.3 La terza rivoluzione industriale	42
1.3.1 Il toyotismo	44
1.3.2 La globalizzazione	45
1.4 La quarta rivoluzione industriale	47
1.4.1 La green economy	50
1.4.2 L'e-commerce	51
2. Robotica, automazione e intelligenza artificiale	53
2.1 Uomini e robot	54
2.1.1 Baxter	57
2.1.2 La stampante 3D	58
2.2 I robot nell'agricoltura	59
2.3 I robot negli ospedali	61

2.4	Le conseguenze dell'utilizzo delle macchine sull'economia mondiale	62
2.4.1	Ristagno dei salari	63
2.4.2	Minori posti di lavoro e crescita della disoccupazione	64
2.4.3	Forte aumento della disuguaglianza sociale	68
2.4.4	Sottoccupazione dei neolaureati	71
2.4.5	Polarizzazione	72
2.5	Big Data	74
2.6	Intelligenza artificiale: definizione, storia e funzionamento	77
2.7	Internet of Things	81
2.8	Le politiche industriali per Industria 4.0	83
2.9	Reddito di base in relazione ai disagi sociali	88
2.10	Nuovi tipi d'impiego	90
3.	Case study	93
3.1	VF Stampi	94
3.2	Zannini Spa	99
3.3	Number 1 Logisitcs Group: un'impresa leader	105
	Appendice	109
	Conclusione	113
	Bibliografia	115

INTRODUZIONE

Il presente elaborato è il frutto di una ricerca finalizzata ad analizzare le trasformazioni tecnologiche che stanno rivoluzionando non solo il nostro modo di vivere nella società, ma soprattutto un nuovo modo di lavorare all'interno delle aziende. I cambiamenti che si riscontrano nella nuova rivoluzione industriale, la quarta, nota anche come Industria 4.0, s'identificano nell'introduzione in fabbrica delle macchine di qualsiasi genere, capaci di connettersi tra di loro, di scambiarsi dati e, cosa più rilevante, di sostituire la figura dell'uomo in fabbrica. Infatti risulta sempre più evidente e decisiva la presenza di robot, di processi automatizzati e dell'intelligenza artificiale in azienda per l'ottenimento di specifici risultati.

Ho diviso il mio studio in tre parti. La prima parte si occupa di ripercorrere le tappe più importanti delle precedenti tre rivoluzioni industriali, analizzandone le principali caratteristiche ed elementi di rottura rispetto al passato. Nella seconda parte, invece, ho analizzato i nuovi strumenti della attuale rivoluzione industriale, le conseguenze di queste nuove e sofisticate tecnologie sulla nostra società e le possibili politiche industriali adottabili dai paesi per far fronte ad Industria 4.0 e i futuri nuovi impieghi dell'umanità. Nella terza ed ultima parte della tesi ho svolto un *case study* rivolto ad osservare come i lavoratori si stanno integrando con le nuove tecnologie e se sono favorevoli a un loro utilizzo oppure no. Per poter realizzare questa parte ho condotto delle interviste in due imprese: VF Stampi e Zannini Spa.

1- LE RIVOLUZIONI INDUSTRIALI

1.1 LA PRIMA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

Quando parliamo di rivoluzione facciamo riferimento ad un cambiamento, ad un rinnovamento o ad una trasformazione. Questa situazione si verificò in Inghilterra tra la fine del Settecento e la prima metà dell'Ottocento: si tratta della prima rivoluzione industriale, caratterizzata da cambiamenti dal punto di vista sia economico che sociale. Gli storici si sono interrogati su quale sia la precisa data di inizio della rivoluzione industriale, convenendo che essa sia il 1780, approssimativamente. Tale conclusione derivò dal fatto che è intorno a quella data che le statistiche del commercio internazionale inglese mostrarono un significativo balzo verso l'alto ed inoltre, sempre a partire dal 1780, il saggio annuo di incremento della produzione industriale superò per la prima volta il 2 per cento, livello su cui si mantenne per oltre un secolo.

La prima rivoluzione industriale produce cambiamenti radicali nella qualità e nella quantità dei prodotti da realizzare. In riferimento alla qualità si producono prodotti in modo diverso rispetto al passato e ciò è favorito anche dall'introduzione di macchinari nuovi, da lavoratori più capaci e più organizzati rispetto al passato e da un uso nuovo e molto più abbondante di materie prime. In riferimento alla quantità, con la nascita dell'industria nelle fabbriche si realizza un maggior numero di prodotti.

La rivoluzione industriale ebbe luogo in Inghilterra per il motivo che essa era il paese più sviluppato e più ricco, ma soprattutto poteva usufruire di due risorse minerali

essenziali su cui gli altri paesi non potevano contare con pari abbondanza: il carbone e il ferro. Le istituzioni politiche britanniche poi differivano nettamente da quelle della maggior parte dei paesi europei e avevano sempre sostenuto vigorosamente il progresso tecnologico con l'abrogazione di leggi e regolamenti obsoleti che lo impedivano. L'economia britannica non era basata del tutto sul *laissez-faire*, visto un numero molto ampio di regolamenti, restrizioni e imposte, ma il governo lasciò liberi gli imprenditori di badare ai loro affari, con determinate restrizioni, senza mai intervenire in iniziative commerciali e industriali. Il governo inglese introdusse anche diverse leggi protezionistiche, come ad esempio il *Calico Act*, che vietava l'importazione della maggior parte dei tessuti di cotone in Inghilterra. Durante l'apogeo della rivoluzione industriale, persino i progetti meritevoli d'intervento diretto dello stato vennero lasciati in Inghilterra all'impresa privata: strade a pedaggio, canali e ferrovie vennero costruiti in Inghilterra senza sostegno diretto da parte dello stato.¹ Nonostante il fatto che la rivoluzione industriale coincise con dei conflitti che coinvolsero l'Inghilterra (guerra dei sette anni, guerre contro la Francia rivoluzionaria e napoleonica, scontri per il controllo delle colonie) non ci furono combattimenti sul suolo britannico; questo permise all'Inghilterra di risparmiarsi gli scompigli e le turbolenze che colpirono il continente europeo dopo il 1789, data di scoppio della rivoluzione francese, accrescendo il proprio vantaggio sugli altri paesi. Ai tempi della prima rivoluzione industriale l'invenzione fu largamente dominio di persone che lavoravano da sole o, occasionalmente a coppie o in piccoli

¹ Mokyr J., *Leggere la rivoluzione industriale*, Il Mulino, Bologna, 1997, pag. 63..

gruppi. Di regola questi uomini intraprendevano di propria iniziativa l'attività inventiva, senza essere impiegati in qualche compagnia e, dunque, senza avere degli obblighi particolari. Ci furono dei casi in cui la molla per chi si era dedicato al lavoro inventivo sembrò essere stata la volontà di accrescere le capacità della compagnia per cui lavorava o che lo retribuiva esplicitamente per quel tipo di lavoro. L'Inghilterra, inoltre, era un paese che aveva molti capitali da investire, aveva un'elevata domanda di manufatti industriali, che essendo di buona qualità e non costando molto venivano anche acquistati dagli altri paesi, possedeva delle buone vie di comunicazione che permettevano il trasporto della merce e una forza lavoro molto numerosa, con operai che non solo erano sottopagati, ma che erano anche pesantemente sfruttati nelle fabbriche. Un altro punto di forza dell'Inghilterra fu il predominio commerciale marittimo. La supremazia dei mari era stata ottenuta con la vittoria di una serie di guerre prima con l'Olanda e poi con la Francia. L'Inghilterra aveva alle spalle una forte tradizione marinara e, a differenza della maggior parte dei suoi rivali continentali, non disperdeva le energie per il mantenimento di eserciti costosi e per l'acquisizione di nuovi territori. I suoi sforzi erano piuttosto rivolti a ottenere privilegi commerciali e alla creazione di un impero coloniale. Per l'Inghilterra i mercati più promettenti, durante questo periodo, non erano in Europa, ma piuttosto oltreoceano: nelle Americhe, in Africa e in Oriente. Fra queste regioni c'era grande diversità di gusti e bisogni. Le genti delle tribù africane e i braccianti delle piantagioni delle Antille volevano stoffe fresche e sottili, colori vivaci, oggetti di metallo lucente; l'agricoltore del New Englando il mercante di Filadelfia, alle prese

con un clima più aspro e variabile, compravano tessuti più pesanti e articoli di ferramenta più robusti.² Tutta questa clientela, comunque, aveva scarso interesse per i prodotti di lusso, costosi e rifiniti. L'aumento delle esportazioni in questi paesi ebbe dunque l'effetto di accentuare le pressioni che spingevano alla standardizzazione più che alla differenziazione, più alla quantità che alla qualità. Più di qualsiasi altra, l'industria del cotone dipendeva dal commercio internazionale. Il commercio estero, quindi, operò da volano della prima rivoluzione industriale poiché creò domanda per i prodotti dall'industria inglese, consentì di accedere a materie prime che ampliarono la gamma e abbassarono il prezzo dei prodotti dell'industria inglese, permise lo sviluppo delle grandi città e dei centri industriali e infine permise di ottenere un surplus che contribuì a finanziare l'espansione nell'industria e le migliorie in agricoltura. Bisogna, inoltre, sottolineare l'importanza di altri fattori che hanno permesso l'avvento della prima rivoluzione industriale: la crescita demografica e lo sviluppo dell'agricoltura, che procede e accompagna l'industrializzazione.

1.1.1 La crescita demografica

Negli anni precedenti la rivoluzione industriale la popolazione alternava periodi di crescita a periodi in cui il tasso di mortalità raggiungeva punte causate da epidemie, guerre o cattivi raccolti. L'aumento della popolazione, sia in Europa sia in Inghilterra, fu dovuto piuttosto a una riduzione del tasso di mortalità che all'aumento della natalità, visto che si assistette a una netta riduzione delle epidemie, ad un aumento dei

² Landes D., *Prometeo liberato*, Einaudi, Torino, 1993, pag. 71.

raccoltie a miglioramenti igienici. La crescita iniziò intorno al 1740, accelerando come non era mai successo in passato intorno al 1780 e raggiungendo il culmine nel decennio 1811- 1821. Da una parte, gli storici dell'economia hanno contestato che il processo di crescita della popolazione sia stato avviato dalla caduta del tasso di mortalità, sostenendo invece che vi sono altrettante ragioni a favore della crescita del tasso di natalità. Dall'altra parte, la tesi che il miglioramento delle condizioni sanitarie fu tale da provocare un apprezzabile riduzione del tasso di mortalità è stata messa in discussione dagli storici della medicina.

Il fenomeno della crescita della popolazione, avvenuto intorno al 1740, può essere spiegato prendendo in considerazione che il periodo 1730-1755 fu caratterizzato da una sorprendente successione di buoni raccolti, una situazione mai presentatasi in precedenza. L'abbondanza dei raccolti provocò una riduzione dei prezzi della carne e del grano: ciò significò sia alimentazione migliore. Questo fenomeno potrebbe essere spiegato, secondo Habakkuk, anche da un abbassamento dell'età del matrimonio dovuto al miglioramento delle condizioni economiche e dal maggior numero di opportunità economiche, con la conseguente crescita del tasso di natalità. Gli scritti contemporanei di osservatori informati lasciano trasparire chiaramente che le condizioni di vita dei lavoratori poveri erano migliorate nei decenni precedenti l'inizio della rivoluzione industriale.

Uno studio sui registri di Nottingham da parte di Chambers sembra suffragare la tesi di Habakkuk: la caduta del tasso di mortalità non fu dovuta al miglioramento delle condizioni sanitarie, sociali ed economiche, ma fu una forte e temporanea reazione a

un periodo di mortalità elevata. La logica di questo argomento risiede nel fatto che chi sopravvive ad un periodo di elevata mortalità tende ad essere complessivamente più resistente ed il suo tasso di mortalità risulta spesso insolitamente basso.

Per quanto concerne le malattie e le epidemie, la peste scomparì poiché avvenne una rivoluzione ecologica tra i roditori e perché ci fu un netto miglioramento delle condizioni di vita. In questo periodo, infatti, gli habitat dei roditori vennero mutati poiché i muri a cannicciata ricoperti di argilla vennero sostituiti dai mattoni, i tetti di paglia dai tetti di tegole, i pavimenti di giunco dai tappeti, mentre la pulizia sistematica delle strade rimosse le cataste di immondizie che alimentavano i roditori. Gli studiosi ritengono che fu la sostituzione del topo domestico con il ratto bruno, roditore randagio e con le pulci ben annidate, che forse liberò l'Inghilterra e l'Europa dalla sua ricorrente predisposizione alla peste.

Anche la malaria iniziò ad avere una minore incidenza. Questo può essere collegato alla riduzione del numero di zanzare portatrici in seguito al miglioramento dell'igiene domestica, al prosciugamento delle paludi e, forse, a mutamenti del clima.

Altri hanno sostenuto che la gente iniziava ad essere più consapevole dell'importanza della sanità e dell'igiene. Un'opinione diffusa ma ormai screditata è che la riduzione del tasso di mortalità fu una conseguenza del progresso della scienza medica. Sembra, in base ad alcune ricerche, che non vi sia stato nessun miglioramento specifico nella conoscenza o nelle tecniche mediche, tale da contribuire sostanzialmente a ridurre il tasso di mortalità nel diciottesimo secolo. La vaccinazione non divenne una pratica generale fino al diciannovesimo secolo e, in

ogni caso, è dimostrato che la percentuale di decessi dovuta al vaiolo non subì variazioni nel corso del diciottesimo secolo. Gli ospedali e i dispensari diffondevano più che isolare le malattie. Nel diciottesimo secolo, le persone che andavano in ospedale solitamente vi morivano, spesso per malattie diverse da quelle per cui erano state ricoverate. Vi fu sicuramente una progressione da parte dei medici nello studio delle cause delle malattie, come si può desumere dalla graduale adozione di metodi di cura più igienici. Si ritiene che da ciò sia derivata una sostanziale diminuzione della mortalità per parto.

1.1.2 La rivoluzione agraria

Nella prima rivoluzione industriale il ruolo dell'agricoltura fu decisivo. Questa affermazione è ancora oggi causa di dibattiti, poiché è controverso il ruolo che dovrebbe svolgere l'agricoltura in rapporto alla strategia dell'industrializzazione. Ad un estremo, vi sono quelli che ritengono che l'agricoltura debba ridimensionarsi in modo efficiente, liberando risorse e forza lavoro da impiegare nell'industria moderna; all'altro estremo, vi sono altri che sostengono che un prerequisito essenziale dell'ammodernamento delle industrie manifatturiere e dei trasporti sia una rivoluzione nelle tecniche e nei metodi di organizzazione dell'attività agricola.³ Quest'ultima visione è quella che caratterizzò l'Inghilterra preindustriale. Infatti è noto che la rivoluzione industriale inglese fu preceduta da una rivoluzione dell'agricoltura. I tratti salienti della rivoluzione agraria inglese sono quattro.

³Deane P., *La prima rivoluzione industriale*, Il Mulino, Bologna, 1971, pag. 57.

Innanzitutto, essa fu caratterizzata dall'esercizio dell'attività agricola in unità consolidate di ampie dimensioni, in luogo di campi aperti coltivati su strisce discontinue da contadini che avevano diritto di pascolo, di raccolta della legna e di caccia. In secondo luogo, fu caratterizzata dall'estensione della superficie arabile e dall'adozione dell'allevamento intensivo del bestiame. Anche l'allevamento era migliorato, dal momento che le pecore, i bovini e i suini vennero accuratamente selezionati e produssero latte, lana e carne in abbondanza. In terzo luogo, essa fu sollecitata dalla trasformazione della comunità di villaggio, formata da contadini che vivevano al livello di sussistenza, in una comunità di lavoratori agricoli il cui livello di vita cominciò sempre più a dipendere dalle condizioni del mercato nazionale e internazionale, anziché dalle condizioni metereologiche. Infine, tale rivoluzione fu caratterizzata da un forte aumento della produttività dell'agricoltura, vale a dire della quantità prodotta per unità di forza lavoro occupata a tempo pieno. Le trasformazioni più significative furono il miglioramento degli utensili tradizionali, come l'aratro, e l'invenzione di nuovi, come la trebbiatrice e la seminatrice. Di notevole importanza fu l'adozione della rotazione quadriennale, che permetteva di utilizzare tre quarti della superficie coltivabile, lasciando a maggese la quarta. Oltre a ciò ci furono novità anche dal punto di vista delle colture, vista l'introduzione del mais, della patata e delle barbabietole da cui ora si era in grado di estrarre lo zucchero. Il terreno da coltivare venne anche migliorato dall'utilizzo dell'attività di drenaggio. La macchina inventata da Jethro Tull per seminare grano seguendo linee dritte sufficientemente

distanti tra loro da permettere ad una zappa trainata da un cavallo di lavorare fra i solchi, fu la base della nuova tecnica di aratura.⁴

Queste nuove tecniche agricole non poterono essere adottate in maniera standard in tutte le regioni dell'Inghilterra, dal momento che l'agricoltura era diversificata sia nelle caratteristiche che nell'esperienza storica da regione a regione. Molte delle nuove tecniche erano adatte soltanto ai terreni leggeri e sabbiosi e non erano applicabili in regioni con terreni più pesanti. I terreni leggeri e sabbiosi furono trasformati in ricche aree cerealicole, quando in precedenza erano semplicemente delle aree improduttive. La rivoluzione agraria ha, dunque, contribuito alla rivoluzione industriale provvedendo al sostenimento della popolazione in aumento e soprattutto degli abitanti dei centri industriali, creando il potere d'acquisto da destinare ai prodotti dell'industria inglese, partecipando in modo sostanziale alla formazione del capitale necessario per finanziare l'industrializzazione e liberando manodopera che avrebbe poi trovato impiego nell'industria. È possibile esaminare altri due sviluppi collegati alla rivoluzione inglese agricola: le recinzioni delle proprietà (*enclosures*) e i mutamenti della mentalità degli agricoltori.

La recinzione, per iniziativa privata, aveva avuto corso sin dal periodo dei Tudor e anche nei tempi antecedenti. Tuttavia non prima della metà del diciottesimo secolo la recinzione imposta per legge parlamentare divenne il modo normale per consolidare le proprietà terriere. Nella seconda metà del diciottesimo secolo lo standard dei consumi alimentari dei contadini più poveri peggiorò; essi si trovarono costretti a

⁴ Ivi, pag. 59.

nutrirsi esclusivamente di pane e formaggio poiché il sistema delle recinzioni aveva portato via i loro pascoli e la terra dove raccoglievano la legna per cuocere i cibi. Contemporaneamente, si erano anche ridotte le possibilità di migliorare la propria situazione cacciando o pescando, dato che sui terreni recintati i proprietari invocavano severe leggi di riserva di caccia, e le facevano osservare proteggendo con trappole per uomo e fucili a molla le riserve.

Il prezzo del grano fu il fattore determinante che spinse il proprietario a consolidare il proprio patrimonio terriero e il contadino a cedere il suo campo. Nella prima metà del diciottesimo secolo i prezzi del grano erano bassi e in tali circostanze era scarsa la pressione a favore delle *enclosures*. Nella seconda metà del diciottesimo secolo la situazione cambiò quando si assistette ad un incremento della popolazione e allo sviluppo delle città. Questi avvenimenti storici portarono infatti ad un incremento dei prezzi del grano. È certo anche che in questo periodo iniziarono ad aumentare le recinzioni imposte per legge. Occorre però fare una distinzione tra le leggi relative alle recinzioni dei terreni arabili e dei terreni coltivabili con il sistema dei campi aperti e le leggi che imponevano semplicemente la recinzione dei pascoli comuni e degli incolti. Le prime consentivano l'introduzione delle nuove tecniche di coltivazione su larga scala, di meccanicizzazione e di allevamento del bestiame. Le seconde, spesso, non facevano altro che estendere il margine di coltivazione a terreni che erano privi di valore quando il prezzo del grano era basso. Alla fine del diciottesimo secolo, gli esperti d'epoca dell'agricoltura inglese erano fortemente convinti che il solo modo per accrescere la produzione delle aree coltivate, in modo

da tenere il passo con le crescenti richieste, fosse quello di frantumare le aziende condotte secondo il criterio dei campi aperti e sfruttare commercialmente le terre comunali ne riduceva i costi. È impossibile affermare con esattezza quanto contribuì alla rivoluzione delle tecniche di coltivazione la recinzione delle aree aperte. Secondo lo storico Ashton tutti i progressi che si osservarono nelle tecniche di coltivazione avvennero su terreni già recintati o in procinto di esserli.

Si è sostenuto per un certo tempo che le recinzioni hanno creato una riserva di manodopera a buon mercato, senza la quale la prima rivoluzione industriale non sarebbe avvenuta. Bisogna però prendere in considerazione anche chi ha visto nelle *enclosures* uno strumento di impoverimento del contadino e la causa dello spopolamento dei villaggi. In effetti, la recinzione, stimolata dalla crescita dei prezzi del grano, finì con l'agire nell'interesse di tutti coloro che potevano vantare o acquisire un diritto sulla terra e rendere redditizie molte piccole proprietà. La decimazione definitiva dei piccoli proprietari occupanti avvenne dopo Waterloo: in tale situazione solo i grandi latifondisti potevano sperare di sopravvivere.

Di notevole importanza e rilevanza, accanto alle nuove tecniche di coltivazione introdotte nella seconda metà del diciottesimo secolo e al fenomeno delle recinzioni, furono i mutamenti nell'atteggiamento degli agricoltori verso la propria attività. Lo sviluppo della popolazione, l'urbanizzazione e l'espansione industriale ampliarono sempre più i mercati della produzione agricola creando un clima favorevole all'innovazione e al consolidamento delle proprietà. L'ampliamento degli orizzonti economici, sia sotto il profilo temporale che quello spaziale, fece in modo che gli

imprenditori agricoli divennero sempre più interessati alla produzione per il mercato nazionale o internazionale invece che per il consumo domestico o regionale. Alcuni di loro cominciarono a occuparsi di programmi di prosciugamento del suolo o di allevamento di bestiame che avrebbe dato il loro rendimento pieno non nella stagione successiva, ma in un tempo più lontano. Si assistette all'aumento di specializzazione economica con la nascita dell'agricoltore di professione al posto del contadino che produce solo per l'autoconsumo. L'ultimo elemento a favore del mutamento nell'atteggiamento degli agricoltori fu l'applicazione delle scoperte scientifiche dell'epoca e dei metodi sperimentali alle attività che in passato erano rigidamente regolate dalla tradizione.

Questo nuovo atteggiamento non si verificò in maniera improvvisa, ma in maniera molto lenta e graduale. Il dato di fatto è che tutti i contadini furono stimolati a progredire e non solo essi. Il nuovo modo di approcciarsi all'agricoltura permeò tutte le classi sociali e iniziò ad essere materia di discussione nei ranghi più alti della società. L'aristocrazia, il clero e persino coloro che erano dediti alla politica si appassionarono alla moda del progresso agricolo. Si formarono molte società di agricoltori e molte associazioni per lo scambio di idee e conoscenze, tanto che nel 1793 venne creato il Ministero dell'Agricoltura.

1.1.3La nascita dell'industria moderna

Per tutto il Medioevo la trasformazione delle materie prime in prodotti finiti era stata opera di artigiani che lavoravano a bottega servendosi di semplici telai di loro

proprietà. Dalla fine del Cinquecento aveva iniziato a prendere piede il lavoro a domicilio: un lavoro svolto a casa propria, ma per ordine di altri. Solitamente avveniva che i mercanti di città distribuissero alle famiglie contadine le materie prime che dovevano essere lavorate e in alcuni i casi anche gli strumenti necessari alla lavorazione, per poi passare a ritirare il prodotto finito entro un certo termine. Accadeva che le famiglie contadine svolgessero tali attività nei momenti in cui non si trovavano a svolgere il lavoro nei campi. I mercanti traevano grandi vantaggi dal lavoro a domicilio perché ottenevano il prodotto finito pagando salari molto bassi ai contadini. Ciò nonostante artigiani, famiglie contadine e coloro che lavoravano a domicilio non riuscirono più a soddisfare la crescente domanda di prodotti proveniente dall'aumento della popolazione metropolitana e dalle colonie. Vi fu la necessità di sostituire i vecchi metodi di lavoro con altri affinché le manifatture potessero produrre di più, in minor tempo e cercando di non aumentare i costi. Questi problemi vennero superati grazie all'introduzione di nuove macchine e a miglioramenti tecnici, che in particolar modo in campo tessile portarono gran parte delle operazioni ad essere meccanizzate. Per muovere le nuove macchine non bastava più la forza manuale, tant'è che si ricorse prima all'energia idraulica per poi passare a quella a vapore in pressione. L'inventore della macchina a vapore, usata per azionare altre macchine, fu lo scozzese James Watt, che brevettò il suo modello nel 1769. Tale macchina utilizzava la combustione del carbone per produrre vapore. Molto presto si notò come fosse impossibile mantenere in casa tutti questi macchinari, dal momento che erano numerosi e occupavano molto spazio, ed è così che vennero costruiti degli

stabilimenti, le fabbriche, che erano in grado di contenere sia un gran numero di macchinari, sia migliaia di operai. Dopo tutto il sistema domestico era sopravvissuto per molti secoli e la sua liquidazione richiese un periodo lunghissimo. I suoi vantaggi erano molti: teneva le famiglie geograficamente intatte, era flessibile e adattabile alle fluttuazioni della domanda e dell'offerta e lasciava i lavoratori liberi di decidere il punto di equilibrio tra le opposte istanze del tempo libero e del reddito, senza costringerli a ritmi rigidi di lavoro e alla disciplina delle fabbriche.

1.1.4 Le fabbriche

La creazione di un luogo di lavoro in cui molti operai erano radunati sotto uno stesso tetto per fabbricare congiuntamente un prodotto ed erano soggetti a disciplina e coordinamento è diventata uno dei simboli della rivoluzione industriale. Le prime fabbriche funzionavano a energia idraulica e, quindi, era vitale che sorgessero vicino a fiumi o a torrenti. L'energia idraulica era potente, ma non sempre presente perché durante l'inverno capitava sovente che fiumi e torrenti si gelassero e si prosciugassero durante il periodo estivo. Quando si diffuse l'impiego del vapore non fu più necessaria la vicinanza a torrenti per far funzionare la fabbrica e si poté produrre energia in ogni luogo e in ogni stagione. Le fabbriche venivano maggiormente costruite in città, perché vi era una manodopera abbondante e a buon mercato. Durante questo periodo infatti si assistette al fenomeno dell'urbanizzazione, visto che molti contadini si trasferivano in città abbandonando le campagne per poter lavorare

in fabbrica. La fabbrica cambiò il concetto di lavoro, facendolo diventare collettivo, disciplinato, sorvegliato, segmentato, organizzato e strettamente vincolato alle macchine. Basti pensare che prima della rivoluzione industriale nelle manifatture i macchinari erano azionati dall'uomo e non potevano operare autonomamente; nelle fabbriche invece i macchinari, oltre a essere numerosi, erano automatici perché fatti funzionare attraverso la forza motrice necessaria prodotta dalla macchina a vapore. I lavoratori mal sopportavano la dura disciplina di fabbrica: si lavorava tra le dodici e le sedici ore giornaliere, i ritmi lavorativi erano estenuanti, era molto facile essere colpiti da tubercolosi o altre malattie a causa delle scarse condizioni igieniche e non vi era nessuna forma di tutela nei confronti dei lavoratori. I lavoratori della prima rivoluzione industriale erano rappresentati non solo da uomini, ma anche da donne e bambini, costretti allo svolgimento di attività dannose sia fisicamente sia moralmente. Ovviamente il lavoro minorile non fu una novità dell'epoca. Da sempre, infatti, i figli aiutavano i genitori nelle mansioni rurali. Durante la rivoluzione industriale, però, le loro condizioni lavorative peggiorarono di pari passo con quelle dei loro parenti. Essi infatti avevano il vantaggio di poter entrare in luoghi inaccessibili dai lavoratori adulti e di adoperare alcuni macchinari con maggiore precisione per via delle loro mani minute; inoltre non avevano la forza per ribellarsi agli ordini loro impartiti. Tutti questi fattori facevano della forza lavoro minorile un bene altamente richiesto dagli industriali dell'epoca.

È datata intorno a questo periodo anche la nascita dei primi sindacati in Inghilterra, col nome di *tradeunions*, con lo scopo di rendere più sopportabile le condizioni di

vita degli operai nelle fabbriche. Le cattive condizioni a cui i lavoratori erano sottoposti portarono inevitabilmente a delle forme di reazione e di protesta sociale, anche organizzata e violenta. Il luddismo, ad esempio, contrastava il diffondersi della meccanizzazione distruggendo le macchine, ritenute cause della disoccupazione, della dequalificazione, dei bassi salari e della cattiva qualità dei prodotti. Infatti, l'introduzione delle macchine non solo portò a una diminuzione dei posti di lavoro, ma anche ad un ridimensionamento delle attività che venivano svolte nelle fabbriche. Per evitare proteste dei lavoratori il governo inglese emanò una legge che puniva con la morte i responsabili della distruzione di macchinari. Un altro aspetto molto importante che iniziò a prendere campo durante la prima rivoluzione industriale fu il problema dell'inquinamento: le ciminiere delle fabbriche scaricavano nell'aria i fumi nocivi della combustione e le città inglesi molto presto iniziarono a ricoprirsi di una patina nera di fuliggine. Le scorie delle lavorazioni, invece, venivano smaltite nelle acque dei fiumi inquinandole.

1.1.5 L'industria del cotone

Storici del calibro di Rostow e Schumpeter hanno definito l'industria del cotone come il settore-guida della prima rivoluzione industriale.

Prima dell'industrializzazione, tuttavia, l'industria del cotone era molto più debole di quella della lana, la quale era di gran lunga la più importante per numero di addetti, per capitali investiti e per valore del prodotto. I progressi della manifattura cotoniera furono immediati tanto da mettere in ombra in poco tempo le vecchie e affermate

industrie della lana e del lino. Uno dei vantaggi del cotone dal punto di vista tecnologico era che si prestava meglio della lana alla meccanizzazione. È una fibra vegetale, resistente e di caratteristiche relativamente omogenee; la lana, invece, è una fibra animale, mutevole, e con sottili variazioni di comportamento. Con le macchine rudimentali dei primi tempi, dai movimenti sincopati, la resistenza costituiva per il cotone un vantaggio decisivo. Come la produzione dei tessuti di lana, la produzione dei tessuti di cotone costituiva un'attività domestica alla quale partecipavano tutti i membri della famiglia. I figli svolgevano la maggior parte delle operazioni preliminari, quali la pulitura e la cordatura del cotone greggio ed assistevano il tessitore, le donne filavano, mentre gli uomini tessevano la tela. Molte famiglie consideravano tale attività come un'occupazione sussidiaria a quella agricola ed essa procurava occasionale impiego nelle stagioni in cui la domanda di lavoro era ad un livello basso. Ad eccezione della sola Manchester, gran parte dei tessitorierano anche agricoltori. In quest'attività l'Inghilterra preindustriale eccelle.

Un'altra caratteristica che può aver aiutato l'industria cotoniera a reagire così rapidamente alle sollecitazioni delle nuove invenzioni fu la sua forte concentrazione geografica. Essa era localizzata nella regione inglese del Lancashire, dove le condizioni geografiche erano particolarmente favorevoli: il clima umido, ad esempio, e l'assenza di calcio nell'acqua facilitavano le operazioni di filatura e di lavaggio. Un ulteriore motivo di questa concentrazione geografica è dato dal fatto che questa era una regione di produzione e di filatura del lino all'inizio del diciottesimo

secolo. Solitamente il cotone greggio veniva dall'Oriente, dagli Stati Uniti meridionali e dalle Indie occidentali.

Il cotone era la sola merce che avesse a disposizione un mercato di vendita immediato in tutto il mondo conosciuto: esso era vendibile sia nelle zone a clima tropicale sia a clima temperato. Non esistevano problemi di abilità commerciali o di creazione della domanda visto che era sufficiente trasportare questa merce sui mercati aperti dai mercanti inglesi e di venderla. Si trattava di un bene a domanda elastica, vale a dire che in corrispondenza ad una riduzione del suo prezzo o ad un aumento del reddito dei suoi acquirenti, la sua domanda cresceva in misura più che proporzionale.⁵ Per questo motivo l'industria cotoniera ebbe un ruolo fondamentale nella rivoluzione industriale. Il rapido progresso dell'industria cotoniera è marcato dal fatto che verso la fine del diciottesimo secolo, un'industria che intorno al 1760 contribuiva con meno di mezzo milione di sterline alla formazione del reddito nazionale ed esportava merci il cui valore complessivo probabilmente non superava le 250.000 sterline, interveniva al reddito nazionale per più di 5 milioni di sterline e per un analogo ammontare al valore dichiarato dalle esportazioni.⁶

Le prime importanti invenzioni nel campo tessile si applicarono tanto alla lana che al cotone, anche se esse si svilupparono con lentezza in ciascuno dei due rami. La prima fu la spola volante di Kay, che venne introdotta per la prima volta nel 1730 e che cominciò ad essere adottato diffusamente dai tessitori di cotone fra il 1750 ed il 1760. Nel 1748 si assistette poi all'introduzione della cardatrice di Paul, brevettata da

⁵Deane, *La prima rivoluzione industriale*, cit., pag. 96.

⁶Ivi, pag. 136.

quest'ultimo, che iniziò ad essere introdotta nel Lancashire attorno al 1760. Intorno al 1750 si ebbe un miglioramento consistente nel mercato estero di manufatti di cotone che continuò anche negli anni sessanta del Settecento finché si svilupparono i mercati continentali. Nello stesso tempo, la popolazione inglese e i redditi familiari erano in fase di crescita e pertanto si può supporre che anche la domanda interna aumentasse gradualmente; non è sorprendente quindi riscontrare che i prezzi, già nel 1760, erano a livelli tali da incoraggiare le invenzioni che avrebbero aumentato la produttività dei filatori e la qualità del filato.

La *jenny* di Hargreaves venne brevettata nel 1770. Rappresentò una delle prime macchine che andò a migliorare efficacemente il vecchio sistema della ruota a mano. L'effetto immediato di questa invenzione fu quello di moltiplicare la quantità di filato che poteva essere prodotta da un singolo operatore. Fu un'invenzione relativamente economica sia dal punto di vista del costo che da quello dell'installazione ed il suo utilizzo era molto semplice. Ma l'invenzione che più di ogni altra gettò le basi della rivoluzione nel settore cotoniero fu il filatoio idraulico, brevettato da Arkwright nel 1769. A differenza della *jenny*, il filatoio idraulico fu una macchina adottata sin dal principio nelle fabbriche e fu concepita per essere azionata con la forza animale, ma fu fatta funzionare prima con l'acqua e più tardi con il vapore. Pochi anni più tardi, il filatoio intermittente di Crompton unificò i principi della *jenny* e del filatoio idraulico e produsse un filato più liscio, più sottile e più resistente.

Le grandi novità che interessarono l'industria del cotone mutarono completamente la struttura dell'industria. La filatura infatti iniziò ad essere concentrata in stabilimenti. I

tessitori potevano contare su un'offerta ininterrotta di filato e poterono quindi abbandonare l'attività agricola, un tempo fonte principale del loro reddito, per occuparsi a pieno tempo dell'industria manifatturiera.

Le manifatture di cotone nel 1802 producevano fra il 4% e il 5% del reddito nazionale dell'Inghilterra e nel 1812, quando la loro quota venne stimata tra il 7% e l'8%, superavano l'industria della lana nella graduatoria nazionale. In questo periodo c'erano circa 100.000 addetti negli stabilimenti di filatura del cotone e probabilmente altri 250.000, fra tessitori e loro assistenti, lavoravano ai prodotti di cotone. Nel 1815 le esportazioni di tessuti di cotone rappresentavano il 40% del valore delle esportazioni nazionali inglesi e i prodotti di lana il 18%. Infine nel 1830, più della metà del valore delle esportazioni della produzione nazionale inglese era costituito da tessuti di cotone.⁷

Si può affermare che il successo dell'industria cotoniera dipese, in gran parte, dal fatto che la sua domanda riguardava fattori di produzione che l'economia britannica era in grado di fornire. Nella misura in cui aveva bisogno di personale specializzato, questo era disponibile in quantità relativamente abbondante; c'era infatti un esercito di tessitori sottoccupati nell'Inghilterra del diciottesimo secolo. Impiegava anche manodopera femminile e bambini: in un paese preindustriale con una popolazione in rapida crescita, un'industria che impiega donne e bambini poveri è un'industria con abbondante offerta di manodopera. L'ascesa del cotone fu favorita anche dalla possibilità data dall'industria della lana, la quale fu impossibilitata a progredire a

⁷ Ivi, pag.131.

causa di potenti interessi coinvolti. L'industria della seta, ad esempio, aveva dimostrato di essere una fonte vantaggiosa di entrate pubbliche e fu paralizzata dai dazi d'importazione. Infine l'industria del lino era ostacolata dall'offerta della materia prima, la quale era inelastica.

1.1.6 L'industria del ferro

Di rilevanza notevole fu anche l'industria del ferro, sebbene in questo periodo il ferro non potesse essere paragonato al cotone né per numero di addetti, né per capitale investito, né per valore di prodotto e né per ritmi di sviluppo. Le modifiche al sistema di lavorazione del ferro, infatti, furono meno radicali dei mutamenti che si verificarono nell'industria del cotone. Le attività tessili vennero trasformate tanto dal punto di vista organizzativo quanto tecnologico; il tipo di lavorazione a carattere artigianale di questo settore si trasformò gradualmente in attività industriale a carattere capitalistico, quando l'industria del ferro era già organizzata in forme capitalistiche. Secondo Ashton, nel suo studio sull'industria del ferro, la lavorazione di quest'ultimo si era sempre svolta in questo paese con criteri capitalistici. I lavoratori erano dipendenti da un datore di lavoro, riuniti insieme in officine, ricevevano salari e svolgevano le proprie mansioni in condizioni non diverse da quelle di qualsiasi grande industria dei tempi moderni. Una caratteristica della rivoluzione industriale nel settore del ferro, che la distingue da quella dell'industria cotoniera, è che esso si espanse con il sostegno di materie prime interne. Se l'industria cotoniera raggiunse spettacolari economie soprattutto risparmiando lavoro,

quella del ferro ottenne gli stessi risultati economizzando sulle materie prime, cioè usando materie abbondanti e di basso costo al posto di materie scarse e costose. Particolarmente il ruolo diverso svolto dall'industria del ferro rispetto quella del cotone fu evidenziato dal fatto che il ferro era un bene intermedio, soggetto a una domanda derivata piuttosto che diretta e di conseguenza sottoposto ad una domanda anelastica. L'industria del ferro riuscì ad espandere il suo mercato quando i suoi prezzi diminuirono, creando una domanda aggiuntiva in sostituzione di altri prodotti: il ferro cominciò ad essere ampiamente utilizzato in lavori di costruzione verso gli ultimi venticinque anni del diciottesimo secolo. Tuttavia, a partire dalla seconda metà del diciannovesimo secolo, quando la domanda di ferro per costruire ferrovie, locomotive, navi, aumentò il livello dei suoi impieghi, l'espansione dell'industria fu fortemente contenuta da fattori connessi alla domanda. Così, nonostante i mutamenti nella sua funzione di produzione fossero abbastanza radicali ed i suoi prezzi cadessero rapidamente, la domanda era troppo poco elastica da permettere un corrispondente aumento della quantità venduta.⁸ Fu necessario qualche progresso nell'industrializzazione prima che l'industria del ferro potesse svilupparsi e subire un'accelerazione paragonabile a quella dell'industria del cotone.

Le informazioni in nostro possesso sull'industria del ferro nella prima metà del diciottesimo secolo parlano di un'industria dispersa, in continuo spostamento, che lavorava in continuo spostamento e che, dunque, era in crisi. La ragione del declino dell'industria o del suo stato di stagnazione dipendeva dal fatto che la materia prima

⁸ Ivi, pag. 149.

scarseggiava. Da una parte, le risorse interne di minerale di ferro erano di qualità molto scadente, piene di impurità che rendevano difficile la sua trasformazione in prodotto finito duro e resistente. Dall'altra, il suo combustibile, il carbone di legna, era una risorsa in continua diminuzione ed era tanto fragile da risultare praticamente intrasportabile: questa situazione costringeva l'industria ad una localizzazione dispersa e a frequenti spostamenti. L'industria era vitale per l'economia, anche nei tempi preindustriali e molti sforzi furono spesi per cercare di superare gli ostacoli che ne impedivano l'espansione. C'era un rapporto molto stretto tra proprietà della terra e lavorazione del ferro ed i proprietari delle ferriere erano uomini relativamente ricchi che disponevano delle risorse finanziarie e dell'incentivo a sperimentare nuove tecniche produttive. Il primo brevetto per l'impiego di carbone nella lavorazione del ferro fu concesso nel 1589 ed una serie di brevetti analoghi furono adottati sul finire del sedicesimo secolo e nel diciassettesimo. Nessuno di essi sembra abbia dato luogo ad un prodotto commercialmente valido fino al 1709, quando si ha la prova che nella fabbrica di Abraham Darby il ferro veniva effettivamente fuso con il coke. Per quasi tutto il diciottesimo secolo la ricerca di approvvigionamenti di carbone di legna continuò e si estese alle aree boschive della Scozia. Evidentemente, un'industria con un prodotto così pesante come il ferro avrebbe ottenuto poche economie di gestione, se avesse installato i suoi stabilimenti tanto lontano dai centri di consumo, eccetto dove vi erano vie d'acqua. È stato affermato che il punto di svolta nella storia dell'industria del ferro può essere fissato nel 1775, quando la macchina a vapore di Watt rese possibile l'applicazione di una maggiore potenza nell'insufflazione degli

alti forni e di energia meccanica per la forgiatura. La prima macchina a vapore impiegata per scopi diversi da quelli del pompaggio dell'acqua venne installata nella fabbrica di John Wilkinson, proprietario di ferriere. Verso la fine del diciottesimo secolo, con la progressiva utilizzazione del getto d'aria provocato dal vapore, l'industria del ferro perdette il suo carattere migratorio e cominciò a concentrarsi in unità di produzione di grande dimensione, localizzate in regioni dove c'era un'ampia offerta di carbone e di ferro e dove era disponibile un sistema di trasporto per vie d'acqua. La principale conseguenza delle innovazioni nell'industria del ferro nella seconda metà del diciottesimo secolo fu quella di realizzare notevoli economie nei costi delle materie prime; le innovazioni fondamentali, inoltre, ne stimolarono altre che provocarono importanti risparmi di tempo e di lavoro.

Se si legge la rivoluzione industriale tramite il pensiero di Rostow, con riferimento a un periodo specifico di due o tre decenni in cui i sostanziali mutamenti nei sistemi di produzione ebbero conseguenze decisive, allora il fatto che l'industria cotoniera avesse raggiunto in tale periodo un peso relativamente elevato nell'ambito dell'economia inglese, porta inevitabilmente alla conclusione che il cotone deve essere stato il settore-guida. Se, invece, si guarda alla rivoluzione industriale come ad un'evoluzione effettiva lungo un arco di tempo e non rigidamente definito di anni se durante il processo si valuta l'importanza di un'attività dal peso e dall'ampiezza delle sue ripercussioni sul resto dell'economia, allora è piuttosto forte la presunzione che l'industria del ferro abbia svolto un ruolo determinante.

1.1.7 La rivoluzione dei trasporti

La costruzione di strade, ponti, canale e porti fu uno strumento che rese possibile le esportazioni e le importazioni delle merci. Bisogna considerare che le strade inglesi del diciottesimo secolo erano considerate tra le peggiori d'Europa. In effetti le modalità con cui esse erano costruite non era per niente diverso dalle modalità che nell'antichità erano state utilizzate dai romani: si iniziava con una solida base di blocchi di pietra che veniva coperta con diversi strati di schegge di pietra, conficcandoli con forza nelle fessure e lasciando una leggera cavità per facilitare il drenaggio. Nonostante le strade buone fossero rare, si hanno elementi per dire che la qualità della manutenzione delle strade si elevò notevolmente nel periodo compreso tra il 1750 e il 1830 e che i miglioramenti apportati ad alcune strade principali provocarono sensibili effetti sulla velocità, regolarità e comodità del viaggio. Il miglioramento delle strade fu, in parte, conseguenza dello sviluppo delle città, con le loro crescenti richieste di derrate alimentari e di combustibili. L'impulso fondamentale a questo miglioramento delle strade in tutto il paese venne da Londra. Gran parte delle nuove strade e le strade meglio tenute portavano a Londra, sebbene anche altre città come Manchester, Liverpool e Birmingham iniziassero a farsi notare per la qualità delle loro strade d'afflusso.

Il mezzo più economico di trasporto per prodotti voluminosi e pesanti era offerto dall'acqua e l'Inghilterra, a questo proposito, presentava un notevole vantaggio per il fatto di essere un'isola, stretta e avere un gran numero di fiumi, che erano navigabili.

Il simbolo del progresso nei trasporti durante la rivoluzione industriale è

rappresentato dai canali. I trasporti per le vie d'acqua erano più economici di quelli su strada; infatti tra il 1650 e il 1750 ci fu un grande fermento per la sistemazione dei fiumi navigabili. Le possibilità di accrescere la navigazione interna attraverso la sistemazione delle vie d'acqua naturali cominciarono ad esaurirsi verso la metà del diciottesimo secolo, e l'estensione logica della rete di vie navigabili era lo scavo dei canali. Un canale era in pratica un corso d'acqua artificiale accompagnato da due argini sulla sommità dei quali procedevano i cavalli che trainavano le chiatte. Lungo il percorso esso doveva superare i dislivelli con delle chiuse, oppure attraversare monti e valli con gallerie o ponti.⁹ I canali costituirono una realizzazione ingegneristica complessa per l'epoca.

1.2 LA SECONDA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

La seconda rivoluzione industriale viene collocata dagli storici tra la seconda metà dell'Ottocento e la fine della Seconda Guerra Mondiale. Il suo avvento fu dovuto alla stretta connessione che venne a crearsi tra sistema produttivo e ricerca scientifica: l'incredibile sviluppo della ricerca scientifica nel corso del diciannovesimo secolo non sarebbe stato possibile senza i finanziamenti dell'industria, mentre l'industria stessa sfruttava il lavoro scientifico per migliorarsi e potenziarsi. Rispetto alla prima rivoluzione industriale, le principali innovazioni della seconda riguardarono le fonti d'energia utilizzate, le nuove produzioni e le nuove tecniche. Per ciò che riguarda le fonti d'energia si registrarono i primi utilizzi dell'energia elettrica e del petrolio. La

⁹ Hudson P., *La rivoluzione industriale*, il Mulino, Bologna, 1992, pag. 44.

metà della produzione mondiale di petrolio, a fine Ottocento, era incentrata nel Nord America. La diffusione dei prodotti petroliferi, usati anche come lubrificanti e come combustibili da riscaldamento e da illuminazione, era però ostacolata dagli alti costi di produzione: il prezzo del petrolio era dalle cinque volte alle dieci volte più alto di quello del carbone, che rimaneva e sarebbe rimasto per tutto il ventesimo secolo, il combustibile di gran lunga più diffuso.

La macchina a vapore raggiunse ora la piena maturità tecnica e il suo utilizzo diventa possibile e necessario in tutte le lavorazioni industriali. Un altro settore in rapida evoluzione è quello dell'industria metallurgica, in cui il carbon fossile trionfa definitivamente sul carbone di legna. Ulteriori elementi degni di nota furono l'acciaio, utilizzato per la costruzione di edifici e la realizzazione di infrastrutture, e l'avvento dell'industria chimica, divenuta uno dei simboli della seconda rivoluzione industriale. L'industria chimica si dimostrò multiforme e versatile più di ogni altra. Essa abbracciava una varietà di produzioni: dalla carta al vetro, dai medicinali ai concimi, dai saponi ai coloranti, dagli esplosivi al cemento, dalla gomma alla ceramica. La stessa metallurgia, nel momento in cui usava procedimenti chimici per combinare o separare diversi elementi, poteva essere considerata una branca della chimica applicata. La crescita delle nuove industrie fece aumentare soprattutto la domanda di prodotti intermedi, destinati a essere impiegati come reagenti chimici in altre lavorazioni. Il più diffuso di questi era l'acido solforico, che entrava nella preparazione di concimi, degli esplosivi, dei coloranti e, anche più tardi, nella

raffinazione del petrolio. Altrettanto importante fu la soda, usata come detergente e come sbiancante, ma impiegata anche nella fabbricazione del vetro e nella siderurgia. Sempre in questo periodo storico va segnalata la nascita dell'automobile. Precisamente nel 1885, gli ingegneri tedeschi Daimler e Benz, riuscirono a montare dei motori a scoppio su autoveicoli a ruote. Il combustibile usato era un distillato del petrolio che prese il nome di benzina. Tuttavia solo agli inizi del ventesimo secolo si cominciarono a produrre automobili a motore sufficientemente veloci e affidabili. Anche l'impiego su vastissima scala dell'acciaio fu certamente uno dei tratti distintivi della seconda rivoluzione industriale. Con le nuove tecniche di fabbricazione fu possibile produrne grandi quantità a costi relativamente modesti. Dall'ora l'acciaio vide crescere la sua produzione a ritmi rapidissimi (fra il 1870 e il 1913 il consumo mondiale aumentò di circa ottanta volte) e trovò infinite applicazioni nei campi più svariati. Fu usato per le rotaie delle ferrovie al posto del ferro, per le corazze delle navi da guerra, per gli utensili domestici e per le macchine industriali, che divennero più leggere, precise e potenti, dando così una spinta decisiva ai processi di meccanicizzazione. L'acciaio fornì anche le strutture che resero possibile la costruzione di grandi edifici e di grandi ponti, ancor prima che, nel 1892, fosse introdotto nell'ingegneria civile l'uso del cemento armato, ossia del calcestruzzo rinforzato da sbarre di ferro. Il primo palazzo con strutture di acciaio, il Tower Building di New York, alto dieci piani, fu costruito nel 1889.¹⁰

¹⁰Giardina A., *Nuovi profili storici*, Editori Laterza, Roma, 2008, pag. 639.

L'industrializzazione raggiunse aree come gli Stati Uniti d'America, la Francia, la Germania e la Russia occidentale, che non erano state raggiunte dalla prima rivoluzione industriale, che riguardò solamente l'Inghilterra. Gli Stati Uniti d'America e la Germania si rivelarono i nuovi paesi guida dell'economia mondiale industriale, mentre l'Inghilterra manteneva la sua leadership nel commercio marittimo. La Germania si è mostrata protagonista di un'importante ascesa durante questo periodo storico, vista la maggiore dinamicità di questo paese rispetto agli altri. La Germania colma il suo ritardo economico a grandi passi. Nel 1860 essa estrae il 50% di carbone in più rispetto alla Francia e se anche il rapporto è ancora invertito per quanto riguarda il ferro, nei dieci anni successivi le guerre combattute contro la Danimarca, l'Austria e la stessa Francia costituiscono uno stimolo potente per l'espansione: alla vigilia della guerra franco-prussiana, che frutterà all'impero tedesco i territori dell'Alsazia e della Lorena, la produzione metallurgica tedesca supera nettamente quella francese. Soprattutto in Germania si assiste alla diffusione di una mentalità capitalistica di tipo moderno per cui si fanno strada da un lato l'opinione che l'aumento del profitto capitalistico e la prosperità del sistema dipendono non tanto dall'aumento dello sfruttamento quanto dall'aumento della produttività del lavoro e quindi dal progresso delle scienze e dai livelli d'istruzione, dall'altro lato il progetto, strettamente connesso, di uno sviluppo produttivo fondato su una forza lavoro qualificata, da responsabilizzare e coinvolgere nella gestione della produzione.

Anche l'organizzazione della produzione industriale fu investita da importanti innovazioni, che portarono a velocizzare e semplificare il flusso della produzione; basti pensare all'introduzione di nastri trasportatori, elevatori, montacarichi e valvole. Le condizioni dei lavoratori migliorarono dopo la metà dell'Ottocento, attraverso una regolamentazione dell'orario di lavoro per uomini, bambini e donne, non essendo più costretti a lavorare per più di dieci ore giornaliere. Nelle miniere venne vietato lo sfruttamento di donne e bambini, furono impediti i pagamenti in natura e furono istituite delle leggi per limitare il potere e gli abusi dei datori di lavoro.

Il periodo della seconda rivoluzione industriale fu caratterizzata dal sorgere di una particolare corrente di pensiero: il positivismo. Questa corrente nacque in Francia nella prima metà dell'Ottocento, ma si diffuse e impose a livello europeo e mondiale solamente nella seconda parte del diciannovesimo secolo. Il positivismo si basa sull'esaltazione e sulla celebrazione della scienza. La scienza è l'unica conoscenza possibile e non è possibile fare ricorso a cause o principi che non sono accessibili al mondo della scienza. In quest'epoca si erano delineati i campi di indagine dei fenomeni naturali portati alla ribalta dal progresso tecnico e lo scopo dell'attività scientifica era posto essenzialmente nella razionalizzazione e nella matematizzazione di tali fenomeni. La nuova scienza dichiarava esplicitamente la necessità di limitarsi ai fatti dell'esperienza e rifiutava a prescindere il ricorso ad ipotesi di carattere metafisico.

1.2.1 L'elettricità

L'elettricità fu un campo in cui conoscenze completamente nuove vennero applicate per risolvere problemi di natura economica. Iniziata a svilupparsi alla metà dell'Ottocento, solamente negli ultimi vent'anni del secolo divenne una forma di energia commercialmente utile, prima nelle comunicazioni, poco tempo dopo nei processi metallurgici e chimici, e infine nell'illuminazione. L'invenzione cruciale fu quella della lampada, visto che per la prima volta l'elettricità forniva qualcosa di utile non solo all'industria o al commercio, ma ad ogni famiglia. L'elettricità fu oggetto di studio per oltre un secolo. Infatti i primi apparecchi elettrici risalgono ai primi decenni dell'Ottocento, ma si trattava ancora di curiosità scientifiche, non suscettibili di applicazioni pratiche estese. L'invenzione decisiva per lo sviluppo dell'industria elettrica fu la lampadina a filamento incandescente, ideata da Thomas Alva Edison nel 1879. La prima centrale elettrica pubblica d'Europa fu creata a Godalming in Inghilterra dai fratelli Siemens nel 1881. Nei successivi quindici anni altre ne sorsero in tutta l'Europa occidentale, situate secondo le convenienze del mercato in luoghi strategici, ciascuna con attrezzature e metodi di trasmissione propri. Molto presto gli imprenditori si resero conto che si poteva ottenere grossi risparmi se l'impianto generatore era situato alla fonte dell'energia o nelle vicinanze, e se la corrente veniva emanata da quel posto. È vero, tuttavia, che più lunghe erano le linee e maggiore era la perdita di energia, ma essa si poteva ridurre al minimo utilizzando corrente

alternata ad alta tensione.¹¹ Agli inizi del Novecento i principali problemi tecnici dell'elettricità erano stati risolti. Ciò che seguì fu una serie di microinvenzioni che aumentarono l'affidabilità e la resistenza, riducendo i costi. Una lampada a filo incandescente costava nel 1900 un quinto rispetto al prezzo di vent'anni prima, risultando efficiente il doppio.¹²

Più lenta fu l'affermazione dell'elettricità come mezzo d'illuminazione pubblica: ai primi del Novecento le principali città europee erano ancora illuminate con lampade a gas. A partire da fine Ottocento l'energia elettrica cominciò ad essere utilizzata anche per i mezzi di trasporto e per gli usi industriali.

1.2.2 L'organizzazione scientifica del lavoro

Una delle novità più rilevanti che furono portate dalla seconda rivoluzione industriale fu l'organizzazione scientifica del lavoro, di cui il più importante teorico fu l'ingegnere Frederik Taylor. Fu nelle Acciaierie Midvale in Pennsylvania, al principio degli anni 80 del secolo XIX, che Taylor conobbe e imparò come operaio e caposquadra del reparto macchine la pratica e i trucchi del lavoro a rilento, e sviluppò il sistema poi noto col nome di *scientific management* o taylorismo.¹³ Secondo Taylor si sarebbe potuto ottenere un grande aumento di produttività se nelle fabbriche si fosse organizzato il lavoro degli operai in maniera più razionale, andando a eliminare le perdite di tempo. I principi di questa organizzazione scientifica del lavoro pensata

¹¹ Landes, *Prometeo liberato*, cit, pag. 373.

¹² Mokyr J., *La leva della ricchezza*, il Mulino, Bologna, 1990, pag. 172.

¹³ Landes, *Prometeo liberato*, cit, 1993, pag. 420.

da Taylor sono: scomposizione dei contenuti esecutivi e intellettuali da ripartire tra funzioni esecutive e funzioni direttive, standardizzazione degli utensili, delle operazioni, dei movimenti di ogni singola mansione, ricomposizione di ogni singola mansione in sequenze preordinate ed introduzione di sistemi di controllo dei tempi e metodi adottati.¹⁴ Inoltre era prevista una retribuzione a cottimo, cioè una retribuzione proporzionale al rendimento: attraverso lo studio dei tempi erano individuati un tempo standard per un determinato lavoro e quindi delle tariffe basate su questi tempi. Il principio che guida tale processo di scomposizione e riorganizzazione dei precedenti procedimenti lavorativi è l'*one best way*: secondo Taylor esistono molte strade per eseguire un'operazione, ma solo una permette di realizzarla nel miglior modo, e cioè nel minor tempo possibile. Il processo di produzione consisteva nel collocare davanti agli operai un nastro trasportatore in cui erano collocati gli oggetti da assemblare: gli operai si trovavano a svolgere sempre la stessa mansione con gesti ripetitivi che aumentavano la loro velocità di esecuzione e che permettevano la realizzazione di un maggior numero di prodotti. Gli operai, tuttavia, si sentivano spossati di autonomia e orgoglio professionale dal momento che il lavoro veniva reso ripetitivo, poco personale e subordinato agli automatismi delle macchine, nonostante i salari fossero maggiori rispetto al passato.

Le tecniche tayloriste furono riprese appieno da Henry Ford nella sua industria automobilistica di Detroit, dove introdusse, la catena di montaggio. Essa rendeva possibile l'unione delle diverse fasi del lavoro d'assemblaggio dell'automobile

¹⁴ Bianchi P., *4.0 La nuova rivoluzione industriale*, il Mulino, Bologna, 2018, pag. 32.

portando i pezzi ai lavoratori, ciascuno dei quali, fermo al suo posto e sottomesso ad un rigoroso controllo, si limitava ad eseguire semplici operazioni. La catena di montaggio aveva permesso una drastica riduzione dei tempi di produzione e i costi unitari della produzione.

Nel 1913 un gran numero di lavoratori abbandonò il proprio posto di lavoro nelle fabbriche di Ford perché si resero conto che in queste fabbriche la mole di lavoro, aggiunta all'alienazione e alla dequalificazione, era maggiore che in altre. Ford era in possesso di attrezzature e tecnologie avanzatissime per l'epoca, ma un numero insufficiente di lavoratori per farle funzionare in maniera efficiente. Perciò decise di introdurre il *fivedollars day*, ossia un aumento dei salari di cinque dollari al giorno per assicurarsi una forza lavoro stabile.

1.2.3 Dalla libera concorrenza alle concentrazioni industriali

Durante il corso della prima rivoluzione industriale in Inghilterra si era affermato un modello industriale secondo cui ogni impresa produceva i propri prodotti e ogni imprenditore era in concorrenza con tutti gli altri. A partire dalla seconda rivoluzione industriale lo scenario viene stravolto, poiché gli imprenditori comprendono che per aumentare i loro guadagni è decisivo poter instaurare un'alleanza con altre industrie anche a fronte di investimenti enormi richiesti dalla costruzione di un'acciaieria o di una fabbrica chimica. Alcuni degli accorgimenti che vennero messi in atto per ridurre i costi di produzione ed incrementare il profitto furono le riduzioni dei costi di gestione dei singoli stabilimenti e la ricerca di un accordo per ottenere un prezzo inferiore

nell'acquisto di materie prime. È tra il 1880 e il 1910 che si iniziarono a diffondere i *trust* e cartelli. Quando parliamo di *trust* facciamo riferimento alla concentrazione di due o più imprese complementari, mentre quando si parla di cartello quando due o più imprese si mettono d'accordo sul prezzo di vendita, conservando però la loro indipendenza giuridica. La concentrazione industriale fece sì che le piccole medie imprese non potessero reggere la concorrenza delle grandi imprese e quindi finirono con l'essere assorbite da quest'ultime o nella maggioranza dei casi fallirono. La Krupp, grande impresa tedesca, che impiegava nel 1887 più di 20.000 addetti, fu un tipico esempio di concentrazione sia orizzontale sia verticale, che coinvolgeva i settori estrattivo, siderurgico e meccanico. Il mercato stava assumendo lentamente dimensioni mondiali e quindi le grandi imprese avvertirono l'esigenza di farsi prestare ingenti capitali dalle banche, le quali iniziarono, dunque, a giocare un ruolo molto importante. La concentrazione poteva avvenire anche tra banche e imprese; infatti la banca in cambio di un prestito otteneva in cambio, a garanzia, proprietà di parte dell'impresa.

1.2.4 La depressione di fine Ottocento

Il grande periodo di sviluppo della seconda rivoluzione industriale fu segnato per un ventennio da una depressione economica che scoppiò nel 1873 e terminò nel 1896. A partire dal 1873 ebbe inizio una crisi di sovrapproduzione, che fu caratterizzata da una prolungata caduta dei prezzi. Questa è una conseguenza della riduzione dei costi

di produzione dovuta all'insieme delle notevoli novità tecnologiche che caratterizzano l'industrializzazione europea. L'esaurirsi delle possibilità tecnologiche della prima rivoluzione industriale coincise con mutamenti di struttura e di dimensioni del mercato che aggravarono l'effetto deprimente del calo degli investimenti autonomi. I settori maggiormente colpiti furono l'agricoltura e l'industria. Per l'agricoltura la crisi si legò allo sviluppo dei mezzi di trasporto, in particolare al diffondersi della navigazione a vapore, che permise l'approdo sul suolo europeo di prodotti americani, i quali erano decisamente più competitivi di quelli realizzati in Europa. I contadini europei furono costretti ad abbassare i prezzi di vendita dei loro prodotti, con notevoli ripercussioni sui margini di guadagno. Dall'altra parte per l'industria i motivi della crisi sono da ricercare nell'eccessiva produzione; infatti le trasformazioni organizzative e le innovazioni tecnologiche permisero di rendere disponibili sul mercato una quantità di prodotti eccessiva rispetto ai reali consumi. Le conseguenze della crisi furono di diversa natura; oltre all'acutizzarsi di tensioni sociali, molte persone decisero di emigrare, visto il peggioramento nella qualità della vita, anche a causa della mancanza di lavoro. L'impulso migratorio si concentrò prevalentemente verso i paesi d'oltreoceano, soprattutto l'America del Nord. La crisi ebbe anche un forte impatto nelle relazioni tra i vari paesi industrializzati. Per difendere la produzione interna molti paesi decisero di attuare una politica protezionistica. Quando si parla di protezionismo si fa riferimento a quella pratica che tende a proteggere la produzione nazionale imponendo sui prodotti d'importazione dazi doganali così elevati da scoraggiarne

l'acquisto. L'intervento protezionistico riuscì a tamponare gli effetti della crisi perché permise a diverse imprese di poter rimanere in vita; in caso contrario esse si sarebbero trovate nel giro di poco tempo fuori dal mercato o addirittura sull'orlo del fallimento. I dazi doganali, comunque, non impedirono un generale declino del settore agricolo nel complesso dell'economia agricola e si ridusse anche drasticamente la percentuale degli addetti al lavoro dei campi. In Germania, la crisi degli anni '70 e il desiderio di Bismarck di avere l'appoggio della nuova alleanza fra industriali e Junker portò nel 1879 al rovesciamento della tradizionale politica di bassi dazi doganali, che era culminata nel 1873 con la libera ammissione della ghisa. L'Italia, adottò alte tariffe protezionistiche nel 1887; l'Austria e la Russia fecero ritorno al protezionismo rispettivamente nel 1874-75 e nel 1877 e la Spagna stabilì nuovi dazi nel 1877 e 1891. Anche l'Inghilterra, patria dell'economia liberista, vide scossa la sua fede nel libero commercio.¹⁵ Caratteristici di questo periodo furono la creazione dei cartelli, ossia degli accordi tra più produttori indipendenti per limitare la concorrenza sul proprio mercato, per controllare prezzi e produzione. Essi furono tipici di industrie come quelle del carbone, del ferro o della chimica, nelle quali l'omogeneità del prodotto facilitava la determinazione di quote e prezzi, e dove i massicci investimenti di capitale portavano rilevanti economie di scala e operavano da sbarramento all'entrata di nuove imprese. Il paese che maggiormente si distinse per il numero di cartelli fu la Germania, dove la tradizione imprenditoriale, la struttura dell'industria, le norme giuridiche e la protezione doganale contribuirono insieme a

¹⁵ Landes, *Prometeo liberato*, cit., pag. 319.

promuovere accordi per la restrizione del commercio. In Inghilterra si assistette ad una situazione inversa rispetto a quella tedesca poiché gli accordi collusivi furono vietati verso la fine dell'800 dal diritto consuetudinario. La mancanza di barriere tariffarie era un serio ostacolo a collusioni per fissare i prezzi o la produzione; in particolare il costo dei trasporti e i vantaggi produttivi locali servivano a proteggere certe industrie, come quella siderurgica, chimica e molitoria sul piano nazionale o regionale.

1.3 LA TERZA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

Molti studiosi sostengono che la terza rivoluzione sia ancora in atto e non abbia dato a pieno i propri frutti, mentre altri che, invece, ritengono che questa terza fase sia terminata e che sia appena iniziata una quarta rivoluzione industriale. La terza rivoluzione industriale viene collocata nel periodo successivo alla Seconda Guerra Mondiale. Il contesto storico in cui essa viene inserita vede protagonisti gli Stati Uniti d'America, che non videro i loro territori distrutti dalla guerra, poter proseguire il loro periodo di benessere economico iniziato già durante la guerra grazie soprattutto alla produzione bellica dimostrando, quindi, che l'economia statunitense aveva pienamente superato il crollo del 1929. Gli stati europei invece dovettero affrontare una situazione ben differente visto che la guerra era stata combattuta lì. Essi avviarono attività di ricostruzione e diedero vita inizialmente alla Comunità europea del carbone e dell'acciaio (CECA) al fine di mettere in comune la produzione di

queste due materie in un'Europa di sei paesi: Belgio, Francia, Italia, Lussemburgo, Paesi Bassi e Germania Occidentale. Successivamente con la firma del trattato di Roma nacque la CEE, sigla che sta per Comunità Economica Europea, che permetteva la realizzazione di un mercato comune, che permetteva di dare libera circolazione a merci, servizi, persone e capitali su tutto il territorio dei sei paesi aderenti. La novità maggiore di questo periodo, tuttavia, risiede nel grande sviluppo dell'informatica con la conseguente nascita dei computer e dall'introduzione in fabbrica dei processi di automazione. L'informatica ha decisamente rivoluzionato la vita sociale ed economica. Inizia a giocare un ruolo importante anche l'industria aerospaziale, che ha permesso di utilizzare sul piano produttivo e scientifico nuovi materiali e nuove tecnologie. La terza rivoluzione industriale è caratterizzata dallo sfruttamento dell'energia atomica e dalla nascita e dal parziale sviluppo delle energie rinnovabili o alternative, non ottenute con l'utilizzo dei combustibili fossili, in risposta al problema energetico globale, quali l'energia solare, l'energia eolica e l'energia idroelettrica, molte delle quali però non hanno ancora raggiunto la diffusione e la capacità di sostituire i combustibili fossili in via di esaurimento. Anche la chimica porta delle innovazioni che rientrano in due categorie: nuovi materiali per la produzione di beni di consumo (ad esempio fibre sintetiche, surrogati del cuoio e materie plastiche) e nuovi medicinali (antibiotici, antistaminici e tranquillanti). Emerge, inoltre, una nuova concorrenza basata sulla penetrazione da parte dei produttori nei mercati vicini, cresce la necessità di differenziare le produzioni per competere in mercati decisamente più competitivi e aggressivi del passato ed infine la

competizione va ad incentrarsi non solo sul prezzo, ma anche sulla qualità delle produzioni.

1.3.1 Il Toyotismo

Una delle più grandi novità che la terza rivoluzione industriale porta è una nuova modalità di organizzazione della produzione in fabbrica, il toyotismo, il quale si distingue dalla produzione in serie, basata sulla catena di montaggio. Il paese in cui emerge il toyotismo è il Giappone, presso l'industria automobilistica della Toyota. Il concetto di toyotismo è appaiato a quello di produzione snella, ossia una filosofia produttiva con lo scopo di abbattere il più possibile gli sprechi derivanti dalla produzione. All'interno di questa nuova organizzazione del lavoro gli operai devono essere in grado di saper svolgere un maggior numero di mansioni e sapersi relazionare con la direzione dell'azienda per poter sottolineare punti di forza e debolezza della produzione. Dal nuovo ruolo degli operai emerge un netto distacco dal sistema fordista; infatti, come abbiamo visto nell'impresa automobilistica di Ford gli operai erano sottoposti allo svolgimento di attività ripetitive e monotone. Nel toyotismo emerge come l'impresa sia vista come una grande famiglia nella quale gli operai, al di là della loro posizione, cooperano per poter raggiungere un risultato positivo non solo individualmente, ma anche collettivamente. Nel sistema fordista i magazzini dovevano essere sempre pieni di pezzi da assemblare e di prodotti finiti portando l'impresa al sostenimento di un costo esorbitante in caso di crollo della

domanda; nel toyotismo vengono solamente utilizzati i pezzi che servono al momento, senza che vi sia un accumulo di scorte nel magazzino. Ulteriore punto di novità riguarda il prodotto, che deve essere realizzato andando a tenere conto dei gusti e delle esigenze del mercato, mentre nel fordismo venivano solamente realizzati prodotti standard. Nel sistema toyotista il salario non è fisso: solo un terzo della busta paga è assicurato mensilmente secondo contratto, mentre il resto dipende dalla produttività, dai tassi di assenteismo e dalla lealtà dei lavoratori agli interessi e obiettivi aziendali. Il salario, in questo modo, è legato molto strettamente alla quantità di lavoro giornalmente erogata dall'operaio e dalla sua unità produttiva. In conseguenza di ciò, per difendere la busta paga, i lavoratori sono costretti ad attivarsi al massimo grado, perché ogni trasgressione, rallentamento della produzione, o assenza dovuta a malattia di ognuno di loro va a compromettere la busta paga dell'intera unità.

1.3.2 La globalizzazione

La globalizzazione è un concetto che ha iniziato a diffondersi alla fine degli anni '90 del secolo corso e che può essere considerato come un fattore di rilievo sia per la terza sia per la quarta rivoluzione industriale.

Sono molte le definizioni che possiamo dare di globalizzazione. Può essere definita come l'integrazione dei sistemi produttivi e degli scambi a livello mondiale¹⁶ oppure come quella stretta rete di relazioni e di reciproche dipendenze che unisce i paesi del

¹⁶Bianchi, *4.0 La nuova rivoluzione industriale*, cit., pag. 43.

mondo. I paesi del mondo sono strettamente collegati anche se si trovano in parti opposte del globo e non c'è notizia o avvenimento che non sia conosciuto sulla terra o che non possa avere conseguenze in molti altri luoghi del pianeta. Essendo presente questo stretto rapporto di dipendenza tra i vari paesi, si può parlare dell'esistenza di un unico mercato globale, specialmente con l'espansione del capitalismo in Russia e in Europa orientale (1989-1991) e con le riforme orientate al mercato in Cina, che hanno permesso a questo paese di aderire all'Organizzazione Mondiale del Commercio nel 2001. Una merce prodotta in un luogo molto lontano può raggiungere tranquillamente il nostro paese e viceversa, oppure un investitore può investire la propria ricchezza in un'impresa straniera e poter controllare, anche da lontano, quali sono i risultati dell'impresa grazie a tecnologie informatiche e telematiche. I fattori che hanno contribuito alla formazione del mercato globale sono tre: un primo fattore è dato dall'incremento del numero di paesi che partecipano attivamente al commercio su scala globale; un secondo fattore è dato dal fatto che molti grandi gruppi industriali e finanziari operano come veri e propri *globalplayer*, dando luogo a processi di globalizzazione che comportano un'intensa movimentazione di strutture produttive, capitali e risorse umane e una continua riorganizzazione delle attività su scala internazionale; il terzo ed ultimo fattore ha natura più strettamente tecnologica ed è riconducibile alla maggior facilità con la quale prodotti, persone e informazioni vengono trasferiti su scala mondiale.¹⁷ Il fenomeno della globalizzazione, caratterizzato dalla riduzione dei limiti alla libertà di movimento di merci e di capitali

¹⁷ Piccaluga A., *Mercato e competizione globale*, Guerini e Associati, Milano, 1997, pagg. 67-71.

finanziari o reali, costringe ogni impresa a competere con le altre a livello appunto globale: le imprese che operano solo localmente (a livello regionale o nazionale) devono affrontare la concorrenza di imprese con sede in un altro territorio che, però, hanno deciso di entrare nel mercato di riferimento dell'impresa locale, mentre prima la concorrenza era spesso limitata alle imprese di un determinato paese o regione. Ogni impresa, grande o media o piccola, deve elaborare strategie in funzione della concorrenza internazionale. Per poter affrontare questo mercato globale possono essere messe in atto tre diverse tipologie di strategie: il commercio internazionale, la più antica forma d'internazionalizzazione; l'investimento diretto produttivo estero, dove l'impresa di un determinato paese acquisisce altre imprese di un paese estero oppure installa degli stabilimenti produttivi; infine la terza strategia riguarda è la rete d'impresa che consiste nell'allacciare rapporti commerciali con i partner del paese d'insediamento.¹⁸

1.4 LA QUARTA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

Alla base della quarta rivoluzione industriale, considerata da alcuni studiosi la nuova rivoluzione industriale in atto ai giorni nostri anche se ancora non le è stata attribuita una data d'inizio, vi è la digitalizzazione, la quale ha permesso un'interconnessione continua tra i singoli individui, andando a mutare in maniera decisiva la quotidianità di popolazioni lontanissime tra loro per tradizioni. Questa connessione genera la possibilità di rispondere alla domanda dei bisogni individuali, ma deve anche

¹⁸Lafay G., *Capire la globalizzazione*, Il Mulino, Bologna, 1998, pagg.46-58.

divenire uno strumento per affrontare sfide globali come la scarsità dell'acqua e la sostenibilità della vita nelle grandi città.

La quarta rivoluzione industriale è connessa al concetto di Industria 4.0, espressione nata in Germania e che è stata usata per la prima volta all'annuale fiera di Hannover nel 2011 da un gruppo di lavoro dedicato proprio all'Industria 4.0.¹⁹ Industria 4.0 è una rivoluzione che interessa via via un numero crescente di settori come ad esempio medicina, industria e istruzione, che stanno lentamente incrementando il loro livello di digitalizzazione mediante l'utilizzo di tecnologie sempre più moderne. Secondo gli studiosi, si creerà un ambiente dove i processi produttivi saranno del tutto automatizzati e saranno supportati da un sistema di comunicazione specifico in grado di scambiare dati e informazioni con altri sistemi. Si assisterà alla maggiore frequenza in azienda di macchine e strumentazioni intelligenti che porteranno una maggiore efficienza nel sistema produttivo. Considerando la complessità contemporanea Industria 4.0 va vista non solo dal punto di vista tecnologico, ma anche dalla capacità di saper coordinare scienza, tecnologia, competenze e contesto sociale, al fine di disporre della migliore capacità di far convergere tecnologie diverse ma complementari, per poter rispondere in maniera efficace ed efficiente ai temi globali e alle domande individuali. Con la quarta rivoluzione industriale si assiste ad un netto taglio con il passato, caratterizzato prima dalla realizzazione di un solo tipo di prodotto standardizzato (il fordismo), poi dalla produzione flessibile di massa, grazie alla quale era divenuto possibile differenziare il prodotto omogeneo. Industria

¹⁹Bianchi, *4.0 La nuova rivoluzione industriale*, cit., pag.111.

4.0, infatti, si basa sulla possibilità di mantenere un flusso continuo di produzione ma composto da una serie continua di prodotti fra loro differenziati in modo tale da rispondere a bisogni individuali, giungendo ad una personalizzazione del prodotto in alcuni casi. Se in precedenza l'obiettivo delle imprese era quello di raggiungere economie di scala, ossia minori costi unitari ottenibili producendo un grande volume di beni omogenei, con Industria 4.0 vengono indicate come obiettivo anche le economie di scopo, che conducono anch'esse a minori costi unitari, ma che si ottengono producendo insieme beni differenziati che utilizzano per la loro produzione stessi macchinari, stesse competenze e stesse organizzazioni. Industria 4.0 è costituita da una continua connessione fra tutte le componenti del ciclo produttivo, anche con utilizzo di robot di produzione che, tuttavia, sono gli elementi più evidenti di una riorganizzazione produttiva in cui i flussi materiali sono costantemente comandati da flussi immateriali di dati. Le Nazioni Unite hanno indicato nei cosiddetti *Global Goals for Sustainable Development* i temi, prevalentemente politici, sociali, economici e ambientali, che devono essere affrontati attivando strutture scientifiche, capacità tecniche e competenze produttive disponibili; la nuova rivoluzione industriale deve essere inquadrata all'interno di questo contesto e non considerata come la messa in linea di robot per la produzione di beni commerciali o ridotta al solo concetto di digitalizzazione.²⁰ L'intervento su queste aree mostra l'opportunità di sviluppo di economie per affrontare grandi sfide globali, la cui mancata soluzione potrebbe portare devastanti esternalità negative per la crescita del pianeta.

²⁰ Ivi, pag. 68.

1.4.1. La green economy

Una politica che si è diffusa all'inizio degli anni Duemila e che rispecchia la nuova rivoluzione industriale è la *green economy* o economia verde.

La *green economy* può essere definita come quell'insieme di attività produttive che mirano a ridurre il loro impatto sull'ambiente attraverso nuove fonti di energia, innovazioni tecnologiche e riduzione degli sprechi. Quindi un'attività, all'interno della *green economy*, viene valutata non tutto sulla base dei benefici derivanti dalla crescita, ma soprattutto sulla scorta del suo impatto ambientale. L'affermazione della *green economy* è resa possibile dal fatto che il prezzo dei combustibili fossili convenzionali e dell'uranio è in continuo aumento, vista la crescente scarsità di queste fonti. Ai prezzi alti di queste risorse si aggiungono le sempre più gravi esternalità derivanti dalle emissioni di carbonio, le quali stanno avendo un effetto drammaticamente negativo sul clima del pianeta e sulla stabilità degli ecosistemi terrestri. Nel frattempo, il prezzo delle nuove energie verdi diminuisce rapidamente grazie ai progressi della tecnologia, all'adozione anticipata di tali progressi e alle economie di scala.

Il Pil verde è un indicatore che considera le conseguenze ambientali dello sviluppo economico. L'esigenza di considerare gli effetti negativi prodotti sull'ambiente dallo sviluppo economico ha portato nel 2004 il Partito comunista cinese ad annunciare la volontà di adottare, in sostituzione del Pil tradizionale, il Pil verde nelle decisioni di

politica interna, essendo noto da tempo che la Cina si trova sull'orlo di un collasso ambientale.²¹

Oggi le energie rinnovabili sono sempre più oggetto di forti attenzioni e i più esperti studiosi del mondo di Internet e dell'informatica hanno condotto delle indagini su una stretta correlazione tra questa tipologia di energie e Internet stesso. La tecnologia di Internet e quella delle energie rinnovabili stanno iniziando a fondersi, per creare un'Internet dell'energia che cambierà il nostro modo di generare e distribuire l'elettricità. Infatti milioni di persone, nell'immediato futuro, si stima che produrranno energia rinnovabile nelle loro case, nei loro uffici e nelle loro fabbriche e condivideranno con gli altri elettricità verde attraverso un'Internet dell'energia, proprio come oggi produciamo e condividiamo online contenuti informatici.²² Il governo degli Stati Uniti ha recentemente stanziato fondi per lo sviluppo di una rete energetica intelligente in tutto il paese. Questi fondi saranno usati per l'installazione di contatori digitali, sensori della rete di trasmissioni e tecnologie di accumulazione e conservazione che garantiscano una distribuzione dell'elettricità ad alta tecnologia.²³

1.4.2 L'e-commerce

Nella nuova rivoluzione industriale è possibile notare come anche il modo di acquistare e vendere abbia subito delle importanti variazioni, che andranno a sostituire interamente le vecchie. L'*e-commerce*, infatti, è il processo di acquisto e vendita di prodotti con mezzi elettronici, come le applicazioni mobili e internet, dove

²¹ Gallegati M., *Oltre la siepe*, Chiarelettere, Milano, 2014, pag. 159.

²² Rifkin J., *La società a costo marginale zero*, Mondadori, Milano, 2017, pag 113.

²³ Rifkin J., *La terza rivoluzione industriale*, Mondadori, Milano, 2011, pag 64.

le transazioni avvengono elettronicamente. Questa nuova modalità di transazione sta sostituendo la vecchia abitudine di recarsi in negozio e acquistare e poi pagare fisicamente. L'*e-commerce* si caratterizza come uno dei nuovi mezzi impiegabili dall'azienda per raggiungere i clienti finali e per sviluppare relazioni consolidate, che non si basano solamente sulla singola transazione come avveniva in passato. Tra i vantaggi dell'*e-commerce* si può notare che esso permette un incremento delle vendite con sottrazione di quote di mercato ai concorrenti o l'ampliamento del mercato in un contesto di competizione globale, per il fatto che essere presenti su internet significa essere presenti su scala internazionale. Consente un'interazione personalizzata one-to-one tra compratore e venditore, facilita lo sviluppo di nuovi prodotti grazie alle informazioni acquisite direttamente dai clienti, consente una riduzione dei costi dal momento che viene distribuito per via elettronica il maggior quantitativo possibile di informazioni, ed infine minimizza il rischio di errori.

2- ROBOTICA, AUTOMAZIONE E INTELLIGENZA ARTIFICIALE

I concetti di robotica, automazione e intelligenza artificiale sono concetti alla base della nuova rivoluzione industriale insieme alla digitalizzazione. Questi tre concetti hanno influito notevolmente sulla crescita del Pil negli ultimi anni, poiché hanno permesso un aumento della produttività, che non va letto come lavorare semplicemente più ore. Non è più possibile considerare la cosiddetta “alta tecnologia” come confinata a pochi specifici settori dell’economia. Queste tecnologie sono pervasive, e interessano l’efficienza economica di tutti i settori, anche per la facilità con cui esse possono essere trasferite attraverso i confini internazionali. Si sta assistendo a una produzione industriale molto più flessibile rispetto al passato e ad una collocazione degli stabilimenti vicina ai mercati di consumo. Un ruolo molto importante viene giocato dall’attività di ricerca e sviluppo, diventata vitale per le imprese che intendono rimanere al passo delle continue novità tecnologiche. Verso la fine del XIX secolo cominciarono a nascere degli speciali laboratori di ricerca e sviluppo legati a particolari imprese commerciali e dedicati al miglioramento delle loro tecnologie di prodotto e di processo. Le prime industrie in cui si verificò questo fenomeno furono quelle nelle quali erano importanti i processi o i prodotti chimici, seguite poi da quelle basate sulla tecnologia elettrica. A partire da quel momento l’attività di ricerca e sviluppo industriale ha costituito sempre più la sede principale del lavoro di progettazione, di soluzione dei problemi e di sviluppo per la creazione di nuovi prodotti e processi industriali in un ampio fronte di successi. Un laboratorio industriale di ricerca e sviluppo deve guardare in due direzioni. Innanzitutto deve

mantenere il contatto con l'impresa madre, per sapere quali siano le sue necessità e i suoi obiettivi per poi fornirgli i giusti prodotti e processi, mentre in secondo luogo deve tenere gli occhi aperti su quanto avviene all'esterno, con un'attività di costante monitoraggio. Condurre un'attività di ricerca e sviluppo vuol dire non solamente cercare di far progredire ulteriormente la tecnologia, ma anche cercare di ottenere un vantaggio competitivo sulla concorrenza muovendosi prima nello svolgimento e nella sperimentazione di nuove attività.

2.1 UOMINI E ROBOT

Il termine robot compare per la prima volta alla fine dell'Ottocento quando si affermò il bisogno di macchine che sostituissero il lavoro umano. Il termine deriva dalla parola ceca "*robot*" che significa "lavoro forzato". Quando parliamo di robot facciamo riferimento ad una serie di macchine con funzioni diverse e in grado non solo di sostituire il lavoro umano in attività ripetitive e come tali programmabili secondo sequenze fisse, ma sempre più capaci di svolgere funzioni che per pericolosità, precisione e condizioni non possono essere svolte direttamente dall'uomo. Il funzionamento dei robot è possibile grazie all'intelligenza artificiale, ossia la ricerca e l'applicazione a sistemi di elaborazione di determinate conoscenze che permettono alle macchine lo sviluppo di decisioni autonome. Per di più il robot può lavorare ininterrottamente, non si stancherà mai, non sarà vittima di infortuni e di certo non presenterà mai una richiesta di indennizzo come un operaio umano. È per

questo che in molti casi si preferisce l'utilizzo della macchina al lavoro umano e tra l'altro essi sono diventati indispensabili in tutti i settori industriali. Il mercato che sta registrando la crescita di gran lunga più significativa è la Cina, dove dal 2005 al 2012 le installazioni di robot hanno registrato un incremento annuale del 25 per cento circa.²⁴L'economista Ricardo ha sempre sostenuto l'idea che la tecnologia difficilmente porterà ad una disoccupazione nel lungo periodo poiché l'introduzione delle macchine richiederà nel tempo individui in grado di occuparsi della manutenzione e del funzionamento di queste, portando quindi alla nascita di nuovi posti di lavoro. Questa affermazione, tuttavia, si adatta poco ai nostri giorni in quanto i robot diventano sempre più flessibili e più facili da addestrare a nuove attività e saranno un'alternativa sempre più appetibile ai lavoratori umani, anche nei contesti a basso contenuto salariale. Gli studiosi Carl B. Frey e Michael Osborne individuano tre ambiti in cui esistono ancora colli di bottiglia ingegneristici che limitano l'uso dell'intelligenza artificiale e dei robot: percezione e manipolazione, ma soprattutto intelligenza creativa e intelligenza sociale dove la prima fa riferimento alla capacità di elaborare concetti ed artefatti originali, mentre la seconda alla capacità di relazione ed interazione interpersonale.²⁵L'introduzione nel mondo del lavoro dei robot e dei processi automatizzati ha ridotto non poco le possibilità occupazionali dei lavoratori non solo nell'industria, ma anche nei servizi. Basti pensare ad esempio ai sistemi di *home banking*, che permettono all'utente di svolgere da casa tutte le operazioni bancarie senza bisogno di interazione umana, il quale ha rapidamente sostituito il

²⁴Ford M., *Il futuro senza lavoro*, ilSaggiatore, Milano, 2017, pag. 21.

²⁵Bianchi, *4.0 La nuova rivoluzione industriale*, cit., pag84.

mestiere di cassiere di banca. All'interno della quarta rivoluzione industriale il lavoro dell'uomo si divarica o verso funzioni di progettazione e realizzazione di attività creative e relazionali, oppure verso attività talmente a basso valore aggiunto da non richiedere macchine di tale complessità. Ne consegue una divaricazione anche sociale fra un segmento del mercato del lavoro ad alte competenze e quindi ad alte tutele ed un segmento opposto a basse competenze e ridotte tutele, se non nulle in alcuni casi. Alcuni studiosi hanno individuato due possibili scenari per quanto riguarda il rapporto tra uomo e macchina o robot. Nel primo caso si parla di automazione, dove i macchinari agiscono in autonomia e controllano il processo produttivo sfruttando unicamente i sensori di cui sono dotati per rispondere alle esigenze emergenti dalla produzione. In questa situazione il contributo fornito dai lavoratori è minimo e risulta essere indirizzato esclusivamente alla risoluzione di problemi ed alla supervisione del processo produttivo attraverso l'interpretazione dei dati. Chiaramente affinché il lavoratore possa ricoprire questo ruolo è necessario che il suo livello d'istruzione sia piuttosto alto, in quanto si troverebbe a svolgere principalmente un lavoro di progettazione dei macchinari. Nel secondo caso si ha una situazione diametralmente opposta, perché l'uomo diventa l'operatore indispensabile affinché gli strumenti tecnologici possano funzionare. Anche in questo caso si assisterebbe ad una riduzione della manodopera di livello più basso, tuttavia a differenza del primo scenario si avrà comunque bisogno di personale di medio livello con buone competenze tecniche. In

questo caso si parla di cooperazione tra lavoratori e robot e rappresenta la situazione più auspicabile dal punto di vista del benessere dei lavoratori.²⁶

2.1.1 Baxter

Uno dei robot maggiormente conosciuti è Baxter, un robot industriale semplificato e studiato per operare in sicurezza a poca distanza dagli esseri umani, costruito dalla *Rethink Robotics*, un'azienda di Boston nata nel 2008 come *start up* con l'obiettivo di creare robot a basso costo. La piattaforma software su cui Baxter è stato realizzato prende il nome Ros (Robot Operating System). Il Ros è simile ai sistemi operativi come Microsoft Windows, l'Os di Apple o Android di Google, ma è studiato appositamente affinché i robot siano facili da programmare e da controllare. Baxter può essere addestrato semplicemente muovendo i suoi bracci affinché compiano i movimenti richiesti. Se una struttura impiega più robot, si può addestrare un Baxter e poi trasmettere le sue conoscenze agli altri soltanto connettendo un dispositivo Usb. La sua peculiare abilità risiede nell'imballaggio di prodotti finiti in scatole da spedizione. *K'nex*, un'azienda di Hatfield produttrice di set per modellismo ludico, ha scoperto che la capacità di imballaggio in volumi compatti vantata da Baxter le ha permesso di ridurre del 20-40 per cento il numero delle scatole che utilizza.²⁷ Per di più Baxter è dotato di visione artificiale in due dimensioni ed è in grado di afferrare componenti e persino di effettuare ispezioni elementari per il controllo qualità. Negli

²⁶ Seghezzi F., *Lavoro e relazioni industriali in Industry 4.0*, Diritto delle Relazioni Industriali n. 1/2016.

²⁷ Ford, *Il futuro senza lavoro*, ilSaggiatore, Milano, 2017, pag. 23.

ultimi anni Baxter è migliorato, dal momento che non è più necessario muovere i suoi bracci per capire quali movimenti deve compiere, ma basterà fargli osservare i movimenti dei suoi colleghi. Le competenze e le performance di Baxter sono in continuo sviluppo grazie ad una piattaforma chiamata “Intera”, la quale permette di scaricare software aggiornabili, permettendo così di accedere all’ultima funzionalità disponibile.

2.1.2 La stampante 3D

La stampante 3D, nota anche come fabbricazione additiva, è uno strumento che permette alle aziende di poter produrre oggetti nella stessa maniera in cui un *software* produce contenuti informatici sotto forma di video, audio e testo. La plastica è il materiale da costruzione più comune, ma alcune macchine possono anche stampare metalli e centinaia di altri materiali tra cui quelli composti da alta resistenza, sostanze flessibili e gommose. L’aspetto più innovativo di questa macchina è che può stampare progetti di design complessi che contengono componenti incastrate tra loro o parti mobili in una sola volta, andando ad eliminare ogni necessità di assemblaggio.

La stampante tridimensionale si distingue dalla produzione centralizzata convenzionale per una serie di aspetti. In primo luogo, il ruolo dell’uomo è marginale, al di là dell’ideazione del *software* ed infatti è quest’ultimo che svolge interamente il lavoro. Per questo motivo si parla di produzione digitalizzata. In secondo luogo, i pionieri della stampa 3D si sono

adoperati per assicurare che i *software* destinati alla progettazione e alla stampa di oggetti restassero *open source*, permettendo in tal modo ai *prosumers* (consumatore che partecipa attivamente alle diverse fasi del processo produttivo) di condividere nuove idee con gli altri in reti di hobbisti “fai da te”.²⁸ In terzo luogo; se nella fabbrica manifatturiera tradizionale veniva sprecata una grande quantità di materie prime, le quali non rientravano nel prodotto finito, con la stampante 3D questo non avviene. Il *software* gestisce il materiale fuso in modo da aggiungere uno strato sull’altro fino a raggiungere il completamento del prodotto, richiedendo solamente un decimo del materiale che viene utilizzato nella produzione manifatturiera. I promotori della stampante 3D sono profondamente impegnati sul fronte della produzione sostenibile: pongono infatti l’accento sulla durevolezza e sulla riciclabilità, e utilizzano materiali non inquinanti. È tuttavia possibile che l’impatto della stampante 3D sulla produzione industriale sia piuttosto limitato per il semplice fatto che le fabbriche sono già altamente automatizzate.

2.2 I ROBOT NELL’AGRICOLTURA

L’utilizzo dei robot non è semplicemente connesso al settore industriale, infatti queste macchine vengono anche utilizzate in campo agricolo. L’Industria 4.0 sta trasformando la capacità di produzione di tutti i settori industriali, senza escludere quello agricolo: l’impatto più evidente dell’Industria 4.0 sull’agricoltura è dato dall’*Internet of Things*, cioè la possibilità di connettere direttamente tra loro

²⁸ J. Rifkin, *La società a costo marginale zero*, Mondadori, Milano, 2017, pag 124.

macchine di produzione anche lontane, utilizzando risorse informative remote, e sviluppando capacità di apprendimento diffuse. Nei paesi più avanzati la necessità di manodopera umana è trascurabile per quanto riguarda colture come il grano, il mais e il cotone, che possono essere piantate, curate e mietute con risorse meccaniche. Ad esempio, negli Stati Uniti, i sistemi di mungitura robotizzati sono di uso comune fra i produttori di latticini, e i polli vengono allevati finché non raggiungono dimensioni standardizzate compatibili con la macellazione e la lavorazione automatizzate. Nonostante ciò ci sono delle attività, come la raccolta di frutta, verdura delicata, piante e fiori, che sono state protette finora dalla meccanicizzazione perché dipendono fortemente dalla percezione visiva e dalla destrezza umana. Capita spesso che la frutta e la verdura siano danneggiate, e spesso devono essere scelte sulla base del colore o della morbidezza: per una macchina il riconoscimento visivo pone una sfida notevole anche se sono in atto delle innovazioni che possano far fronte a tali mancanze delle macchine, andando ad automatizzare molti di questi impieghi agricoli. *Vision Robotics*, azienda di San Diego, sta sviluppando un robot per la raccolta delle arance che sfrutterà la visione artificiale in 3D per realizzare un modello computerizzato di un'intera arancia e memorizzare in seguito l'ubicazione di ogni frutto. Le informazioni verranno poi trasmesse agli otto bracci robotici della macchina, che raccoglieranno rapidamente le arance.²⁹

Nei prossimi decenni si stima che la popolazione possa superare i nove miliardi di abitanti e ci sarà una pressione sempre più forte per trasformare tutti i terreni arabili

²⁹Ford, *Il futuro senza lavoro*, ilSaggiatore, Milano, 2017, pag. 41.

in aziende agricole più efficienti e più grandi, in grado di generare raccolti più abbondanti, mettendo in evidenza come le tecnologie agricole, sempre più avanzate, giocheranno un ruolo significativo, in particolare in quei paesi dove l'acqua scarseggia e gli ecosistemi sono stati danneggiati da sostanze chimiche. È importante anche sottolineare che con la maggiore meccanizzazione la terra darà da vivere a un numero assai inferiore di persone.

2.3 I ROBOT NEGLI OSPEDALI

Un esempio che spieghi la trasformazione robotica nell'industria farmaceutica arriva dagli Stati Uniti. La farmacia del polo ospedaliero dell'Università di San Francisco prepara ogni giorno migliaia di dosi individuali di farmaci, i quali non vengono in nessun modo usati dai medici. Un immenso sistema automatizzato gestisce migliaia di farmaci diversi e si occupa di ogni genere di cosa, dall'immagazzinamento e recupero di scorte farmaceutiche in blocco all'erogazione e confezionamento di singole compresse. Un braccio robotico preleva continuamente le pillole di una serie di contenitori e le pone in piccoli sacchetti di plastica. Ogni dose viene riposta in un sacchetto separato ed etichettata con un codice a barre che identifica sia il farmaco sia il paziente che dovrebbe riceverlo. Successivamente la macchina raggruppa i farmaci quotidiani di ogni paziente nell'ordine in cui devono assumerli e li confeziona insieme, oltre al fatto che essi sono già in grado di percorrere i corridoi, erogando campioni per analisi di laboratorio, pasti e lenzuola. In seguito i dottori che somministrano i medicinali scansionano dei codici a barre situati sia sul sacchetto che

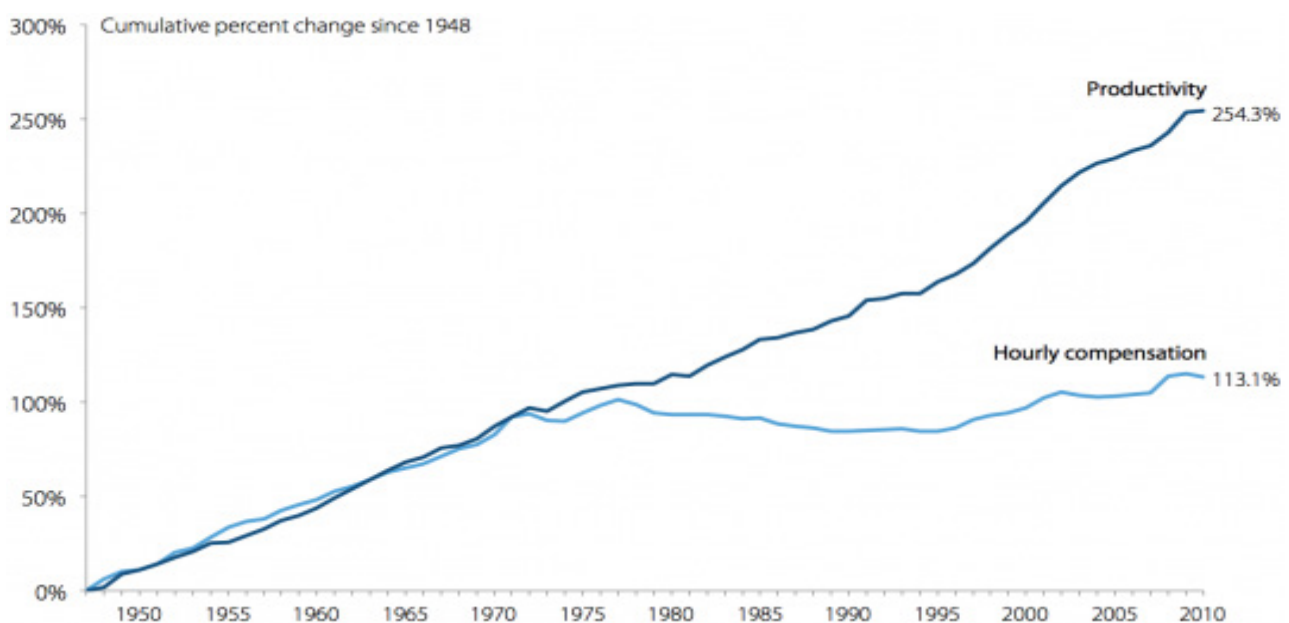
sulla fascia apposta al polso del paziente. Se non corrispondono, oppure, se il farmaco viene consegnato nel momento sbagliato, suona un allarme. Altri tre robot specializzati gestiscono automaticamente la preparazione dei farmaci iniettabili; uno si occupa solo di farmaci chemioterapici altamente tossici. In pratica, il sistema elimina non solo la possibilità dell'errore umano, ma esclude anche gli esseri umani dal processo. A parte aree specifiche della logistica e della distribuzione nelle farmacie degli ospedali, i robot autonomi hanno avuto poco spazio. I robot chirurgici sono diffusi, ma sono concepiti per accrescere la capacità dei chirurghi, e la chirurgia robotica costa molto di più dei metodi tradizionali.

2.4 LE CONSEGUENZE DELL'UTILIZZO DELLE MACCHINE SULL'ECONOMIA MONDIALE

Abbiamo visto come l'utilizzo di robot, macchine e altre tecnologie avanzate stia diffondendosi sempre più pesantemente in tutti i settori dell'economia andando a mettere a rischio soprattutto i posti di lavoro a basso salario che richiedono modesti livelli d'istruzione e di formazione. Possiamo prendere in considerazione una serie di conseguenze che portano a pensare che l'era della digitalizzazione svolga un ruolo trasformativo.

2.4.1 Ristagno dei salari

Il ristagno dei salari è in maniera evidente uno dei risultati derivanti dall'introduzione dei processi di automazione. L'economista Lawrence Mishel ha elaborato un grafico dove viene mostrato un confronto tra la produttività del lavoro e la retribuzione, corrisposta ai lavoratori ordinari dal 1948 a oggi negli Stati Uniti.



Il primo segmento del grafico, che comprende il periodo compreso tra il 1948 e il 1973, mostra come la retribuzione segua alla perfezione l'incremento della produttività. Dalla metà degli anni Settanta, invece, si assiste ad una situazione del tutto opposta, in quanto si può notare un divario sempre più significativo tra le due linee che perdura fino ai nostri giorni. Ciò dimostra come i frutti dell'innovazione finiscano quasi interamente in mano ai proprietari dell'azienda anziché ai lavoratori.

2.4.2 Minori posti di lavoro e crescita della disoccupazione

Con la quarta rivoluzione industriale le macchine, da un lato, sono diventati strumenti che permettono di incrementare la produttività, ma dall'altro esse stanno sostituendo i lavoratori rendendo inutile la loro presenza in azienda per lo svolgimento di determinate attività, portando ad una crescita esponenziale della disoccupazione. Tutto questo sviluppo sembra rifarsi alla famigerata legge di Moore, secondo cui la potenza computazionale raddoppia all'incirca ogni 18-24 mesi. Normalmente le fasce di lavoratori più colpite sono quelle dove le mansioni prevedono lo svolgimento di compiti manuali, semplici e ripetitivi dove la richiesta in termini di conoscenze è minima e sono facilmente affidabili ad un robot, il quale è in grado, grazie ai moderni sensori, non solo di svolgere i compiti al pari di un operatore umano, ma anche di compierli in modo migliore e più preciso. I lavoratori che prestano manodopera non qualificata si potrebbero trovare nella situazione in cui la loro esperienza non sia più richiesta poiché il ricorso alle macchine potrebbe risultare più conveniente per le imprese. In questo caso, da un punto di vista prettamente economico, per il datore di lavoro potrebbe essere più economico licenziare il dipendente, che dovrà necessariamente attivarsi per poter procedere con la propria riqualificazione in modo da trovare nuove opportunità lavorative. Una via percorribile per risolvere questo problema la si può individuare nella somministrazione di corsi formativi sia da parte delle aziende che dovessero aver necessità di figure professionali specifiche sia da parte del governo che, attraverso questi corsi, potrebbe supportare attivamente i lavoratori nella ricerca di nuovi lavori. Se ricevono la giusta formazione i lavoratori

continueranno a salire lungo la cosiddetta scala delle competenze, riuscendo in un modo o nell'altro a mantenersi più in alto delle macchine, andando a svolgere attività creative. La disoccupazione, se di lunga durata, è un problema che debilita gli individui. Le competenze professionali si logorano con il passare del tempo e il rischio che i lavoratori si scoraggino aumenta: molti datori di lavoro sembrano discriminare le persone disoccupate da più tempo. Un esperimento sul campo condotto da Ryan Ghayad, ha mostrato infatti come un candidato rimasto disoccupato in tempi recenti e privo di esperienza nel settore avesse in realtà più probabilità di essere convocato per un colloquio rispetto a una persona con esperienza diretta nel settore in questione, ma senza lavoro da più di sei mesi.³⁰ La quota di disoccupazione indubbiamente connessa all'introduzione di nuove tecnologie è, secondo tutti gli studi, elevatissima e non si può dire che in genere, a livello internazionale, i sindacati siano riusciti ad elaborare valide strategie per opporsi a questa minaccia. Negli Stati Uniti d'America, dove il fenomeno si è verificato su vasta scala ancor prima che in Europa, il sindacato ha seguito la via classica della ricerca della ricerca di una riduzione dell'occupazione mediante l'abbandono volontario del posto di lavoro e il pensionamento anticipato in luogo dei licenziamenti.³¹

Secondo lo studioso Jeremy Rifkin ci sono quattro aree nelle quali gli individui possono trovare occupazione: il mercato, la pubblica amministrazione, l'economia informatica e la società civile. I posti di lavoro nel mercato continuano a ridursi a causa dell'introduzione dei sistemi tecnologici intelligenti. Anche le pubbliche

³⁰Ford, *Il futuro senza lavoro*, il Saggiatore, Milano, 2017, pag. 61.

³¹ Forbice A., *Robot, computer e "nuovi operai"*, Franco Angeli Libri, Milano, 1985, pag.57.

amministrazioni di tutti i paesi stanno contraendo il numero dei propri impiegati e introducendo tecnologie intelligenti in settori come la riscossione delle imposte e la difesa nazionale. Pure l'economia informale, che comprende il baratto, il mercato nero e le attività economiche illegali, è destinata a ridimensionarsi con la trasformazione delle economie tradizionali in società ad alto contenuto tecnologico. La sola fonte di occupazione è la società civile, un ambito economico al quale ci si riferisce di solito con il termine settore terziario, quasi a voler mettere in evidenza una sua minore importanza rispetto al mercato e alla pubblica amministrazione. Le organizzazioni che vi operano vengono definite "organizzazioni senza scopo di lucro" oppure "organizzazioni non governative". La società civile può essere definita come il luogo dove l'uomo crea capitale sociale ed è costruita intorno a istituti culturali e religiosi, istruzione, ricerca, salute, servizi sociali, attività ricreative, gruppi ambientalisti e una ampia quantità di altre organizzazioni il cui fine è creare legami sociali.

La crescita del settore terziario è massima in Europa, che oggi supera gli Stati Uniti d'America; uno stupefacente 15,9% dell'occupazione remunerata in Olanda è oggi ascrivibile al "terzo settore", ma anche in altri paesi si registrano percentuali molto alte: in Belgio il 13,1%, nel Regno Unito l'11%, in Irlanda il 10,9% e in Francia il 9%. Negli Stati Uniti e in Canada l'occupazione del settore terziario è pari, rispettivamente, al 9,2% e al 12,3% dell'occupazione totale.³² Entro la metà degli anni Duemila la società civile è destinata a diventare una fonte di occupazione tanto

³²Rifkin, *La terza rivoluzione industriale*, Mondadori, Milano, 2011, pag302-303.

significativa quanto il settore privato, per la ragione che la creazione del capitale sociale è affidata all'interazione tra le persone, mentre la realizzazione di capitale finanziario si affida sempre di più alle tecnologie intelligenti.

Dalla ricerca *The future of the jobs* presentata al *World Economic Forum* è emerso che nei prossimi due o tre anni spariranno circa sette milioni di posti con la creazione di circa due milioni concentrati nelle attività del futuro. Questo spostamento verso nuove figure professionali non avverrà in modo uniforme da tutti gli stati: in Italia per esempio avremo un pareggio con duecentomila posti creati e altrettanti persi, meglio di altri paesi come la Francia o la Germania.

Keynes, nel saggio *Possibilità economiche per i nostri nipoti* del 1930, ipotizzava che la tecnologia avrebbe permesso di ridurre la settimana lavorativa a quindici ore, ossia tre ore giornaliere, aprendo agli esseri umani la possibilità di dedicarsi ad attività connesse al senso più profondo della vita, per perseguire obiettivi più elevati e trascendenti. Keynes aveva molto chiaro il fatto che l'inarrestabile progresso tecnologico avrebbe comportato una disoccupazione crescente all'interno delle società ed avrebbe richiesto provvedimenti strutturali per farvi fronte. L'unica terapia efficace in grado di contrastare la crescente disoccupazione era, appunto, la netta riduzione dell'orario di lavoro. Questo scenario non si è realizzato per il fatto che la società moderna lavora per il profitto e non per il benessere. La tecnologia consente a chi la introduce di fare profitti, ma allo stesso tempo crea una diminuzione della domanda. Se il mercato fosse in grado di riequilibrarsi non ci sarebbero problemi. Per questo l'obiettivo principale è quello di non ridurre la domanda cercando di trovare

dei modi per dare più potere d'acquisto alle persone, le quali sono costrette, quindi, a passare buona parte della loro vita in un posto di lavoro. Questo processo nega la possibilità di ridurre le ore di lavoro.

2.4.3 Forte aumento della disuguaglianza sociale

Il divario tra i più ricchi e i più poveri si sta dilatando sempre più costantemente a partire dagli anni Settanta del secolo scorso. Un'aspirata decisiva a questo divario va poi attribuita alla crisi finanziaria del 2007 e alla grande recessione successiva, le quali hanno lasciato un gran numero di persone in difficoltà. La storia della disuguaglianza della distribuzione del reddito degli ultimi anni ha messo in luce come i ricchi siano diventati sempre più ricchi e, mentre i poveri sono più poveri e numerosi, la classe media sta scomparendo. Un'obiezione comune contro una politica redistributiva, e quindi in difesa del livello attuale di disuguaglianza, è che, sebbene non inevitabile, tale politica sarebbe troppo costosa. Il credo dei sostenitori di questa posizione è che, per consentire al capitalismo di sprigionare i suoi benefici, una forte disuguaglianza sia necessaria per la crescita dell'economia attraverso incentivi: saremmo tutti incentivati a lavorare, produrre e quindi guadagnare di più semplicemente guardando a chi è più ricco di noi.³³ Secondo l'economista Joseph Stiglitz la disuguaglianza è causa di un sistema economico poco stabile e poco efficiente, con una bassa crescita e con una democrazia in pericolo, causato dalle azioni di governi, da *player* economici, istituti nazionali e sovranazionali e non certo

³³Gallegati, *Oltre la siepe*, Chiarelettere, Milano, 2014, pag. 53.

dal risultato di leggi di natura. Essendo la disuguaglianza il risultato delle azioni umane, è possibile intervenire per modificarne le regole ristrutturando la nostra economia in modo tale da poter arrivare a condizioni più eque e governare in modo sostenibile l'era della quarta rivoluzione industriale per distribuire e redistribuire i vantaggi derivanti dalla tecnologia ed evitare che essa possa accrescere ulteriormente le disuguaglianze. Stiglitz propone innovazioni sociali che vengono dal basso, capaci di far fronte al vuoto politico o all'incapacità del mercato nel rispondere ai bisogni di una moltitudine di cittadini, preferendo forme di coordinamento e collaborazione piuttosto che forme verticali di controllo.

I progressi delle tecnologie, in special modo quelle digitali, stanno favorendo una redistribuzione senza precedenti di reddito e benessere. Le tecnologie digitali possono replicare idee, intuizioni e innovazioni preziose a un costo infimo. Questo crea abbondanza per la società e ricchezza per gli innovatori, ma diminuisce la domanda di certe forme di manodopera che prima erano importanti, e questo può falciare il reddito di tanta gente. Grazie ad un'analisi pubblicata nel settembre 2013, l'economista Emmanuel Saez dell'Università di Berkeley ha scoperto che la quota del 95% della crescita del reddito nazionale degli Stati Uniti dal 2009 al 2012 è finita in mano all'1% più benestante.³⁴ L'economista Steven Kaplan ha scoperto che questo 1% è composto da soggetti che lavorano nei grandi mezzi di comunicazione e nello spettacolo, nello sport e negli studi legali, oppure sono imprenditori o alti dirigenti. La tecnologia ha permesso di mettere in risalto la capacità di questi soggetti di fare

³⁴Ford, *Il futuro senza lavoro*, ilSaggiatore, Milano, 2017, pag. 61.

leva sul proprio talento e sulla propria fama grazie alla digitalizzazione e alla globalizzazione. Parlando di disuguaglianza sociale due tipi di processi devono essere distinti: da un lato processi che riproducono e rafforzano le disuguaglianze già presenti e dall'altro i processi che introducono disuguaglianze specifiche collegate al diffondersi delle nuove tecnologie. Quanto al primo tipo di processi vi è da notare che, poiché la rivoluzione telematica si manifesta in contesti segnati da profonde e crescenti disuguaglianze, queste vengono riprodotte e amplificate nell'accesso ineguale alle telecomunicazioni e alle relative infrastrutture. Molti gruppi sociali svantaggiati rimangono ai margini della società dell'informazione se consideriamo che l'accesso alla tecnologia è un prerequisito per la partecipazione in questa società. Paradossalmente sono proprio alcuni di questi gruppi (anziani, persone handicappate o con limitata mobilità) che potrebbero avvantaggiarsi maggiormente delle potenzialità di trascendere lo spazio che sono insite in queste tecnologie.³⁵ La vita sarà sempre più mediata dalla telematica e quindi questi processi hanno un effetto moltiplicatore dell'esclusione sociale. Per quanto riguarda il secondo tipo di processi, vi è da considerare che la diffusione delle nuove tecnologie della comunicazione crea strutture di disuguaglianza specifiche che si combinano con i meccanismi più tradizionali di determinazione della posizione sociale. Queste strutture sono create dal rapporto, di uso e controllo, che quote diverse della popolazione hanno con questi mezzi.

³⁵ Borgna P. – Ceri P., *La tecnologia per il XXI secolo*, Einaudi, Torino, 1998, pag. 327.

2.4.4 Sottoccupazione dei neolaureati

La laurea e i diplomi professionali consentono tuttora di avere un reddito più elevato e di fatto, dall'inizio del nuovo secolo, le prospettive dei giovani privi di una laurea specialistica appaiono un po' meno rosee. I neolaureati, tuttavia, sono anche vittima della sottoccupazione. Come alcuni hanno riportato, addirittura metà di loro non riesce a trovare un impiego che consenta di mettere a profitto l'istruzione ricevuta e di accedere al primo e cruciale gradino della scala della carriera. Molti di questi laureati sfortunati avranno probabilmente grosse difficoltà ad avanzare lungo una stabile traiettoria in seno alla classe media.

Le università e le scuole secondarie devono cominciare a preparare la forza lavoro della nuova rivoluzione industriale. Occorre, quindi, che i programmi scolastici e universitari si focalizzino sempre più sulle informazioni avanzate, sulle nanotecnologie e sulle biotecnologie, sulle scienze della terra, sull'ecologia, sulla teoria dei sistemi, oltre che sulle competenze professionali, incluse la produzione e la commercializzazione delle tecnologie delle energie rinnovabili, la ristrutturazione degli edifici volta a trasformarli in microimpianti di generazione elettrica, l'installazione di tecnologie di stoccaggio dell'energia, la realizzazione di reti elettriche intelligenti, la costruzione di veicoli elettrici plug-in e a idrogeno, la creazione di reti logistiche e verdi.³⁶ Stanno emergendo nuovi modelli di insegnamento pensati per trasformare l'educazione scolastica da contesto competitivo a esperienza collaborativa ed empatica. L'approccio tradizionale, che considera il

³⁶Rifkin, *La terza rivoluzione industriale*, Mondadori, Milano, 2011, pag 264.

sapere un potere da utilizzare per il guadagno sociale, viene progressivamente sostituito dall'idea che la conoscenza sia un'espressione della responsabilità condivisa tesa al benessere dell'umanità e del pianeta nel loro complesso.

2.4.5 Polarizzazione

La polarizzazione è un fenomeno entrato nel dibattito economico ormai da molti anni, il quale si è inizialmente sviluppato a partire dai primi studi sui mercati occupazionali anglosassoni, di Stati Uniti e Inghilterra. Per quanto concerne i mercati europei, solo negli ultimi anni sono fiorite analisi e ricerche sulla polarizzazione. La propensione dell'economia ad annientare i posti di lavoro solidi, mediamente qualificati e appannaggio della classe media per poi rimpiazzarli con un mix tra impieghi nei servizi a basso salario e professioni altamente qualificate, in genere fuori dalla portata della maggior parte della forza lavoro, è stata denominata polarizzazione del mercato di lavoro.³⁷ La polarizzazione ha dato al mercato del lavoro la forma di una clessidra, in cui i lavoratori che non riescono a ottenere una delle occupazioni desiderabili situate in cima finiscono in fondo.

Una consistente parte degli studi sulla polarizzazione si è basata sull'ipotesi detta *Skill Biased Technical Change*(SBTC). Lo SBTC è stato proposto in prima istanza da Katz e Autor per spiegare le crescenti disuguaglianze salariali tra i lavoratori. Esso presuppone l'idea che la tecnologia favorisca i lavoratori cosiddetti *high-skilled*, poiché assume un ruolo complementare alle attività di lavoro di lavoratori altamente

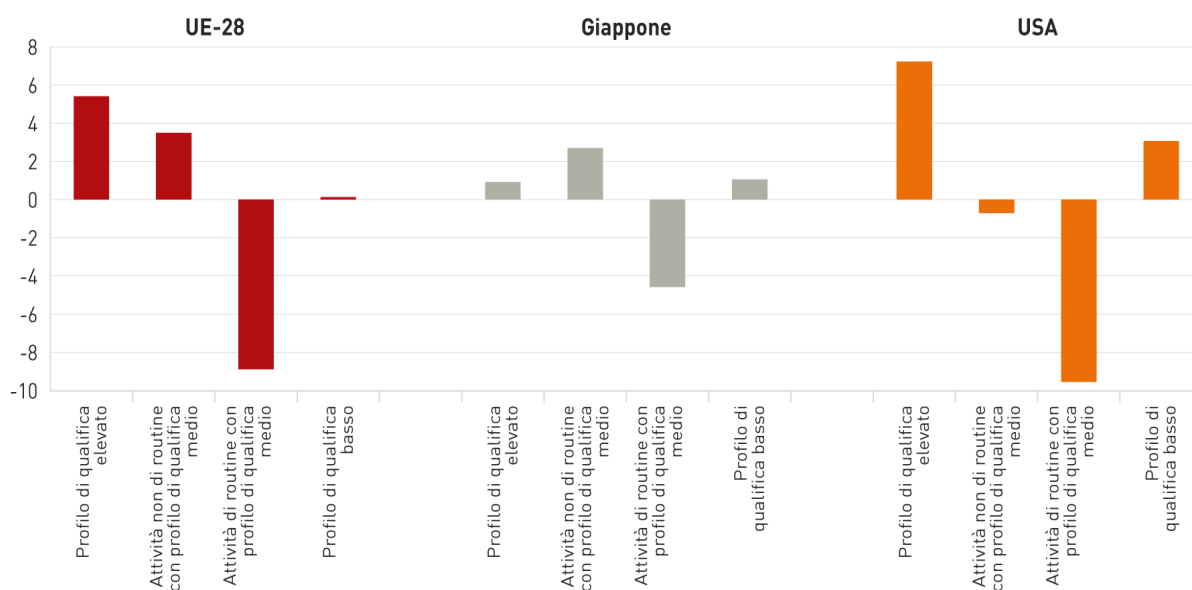
³⁷Ford, *Il futuro senza lavoro*, ilSaggiatore, Milano, 2017, pag. 65.

qualificati, andando a discapito dei lavoratori *unskilled*, i quali invece si vedono sostituire dalle macchine. I soggetti *high-skilled* trovano negli strumenti tecnologici un complemento per affrontare la propria occupazione e aumentare sia la produttività sia l'efficienza. Prima dell'introduzione degli strumenti tecnologici, il supporto alle occupazioni dirigenziali era eseguito da lavoratori *middle-skilled*, i quali il mercato ora tende ad espellere. Infine, gli occupati *low-skilled* hanno la caratteristica di svolgere occupazioni a costi ridotti e basate su *task* non routinari manuali, non sostituibili dalla tecnologia ad oggi.

Questo approccio è stato rivisto nel corso degli anni e gli stessi autori hanno proposto la *routinization hypothesis*. Questa seconda ipotesi prevede che l'effetto della tecnologia sull'occupazione porti a un'esclusione degli occupati che eseguono mansioni routinarie rispetto a coloro i quali svolgono mansioni non routinarie.

Polarizzazione del lavoro nell'UE, in Giappone e negli Stati Uniti

► Evoluzione della quota dei profili sull'insieme degli impieghi, in punti percentuali, 2002-2014



Fonte: OCSE, 2016
www.economiesuisse.ch

2.5 BIG DATA

La digitalizzazione dei processi genera un gigantesco flusso di dati non gestibili dai database tradizionali. Con l'espressione *big data* si fa riferimento alle nuove tecnologie informatiche e di comunicazione in grado di processare e gestire, a basso costo, enormi quantità di dati non strutturati, raccolti da ogni tipo di connessione ed analizzati con strumenti che li trasformano in informazioni correlate e facilmente interpretabili. Il flusso di informazioni è tale che, i soli dati accumulati negli ultimi due anni hanno raggiunto ormai l'ordine di *zetabyte*, corrispondente a un trilardo di *byte*. Tutti questi dati arrivano da una moltitudine di fonti diverse. Solo su Internet esistono visite ai siti web, stringhe di ricerca, e-mail, interazioni sui social media e click pubblicitari. All'interno delle imprese, invece, ci sono transazioni economiche, i

contatti con la clientela, le comunicazioni interne e i dati raccolti dai sistemi finanziari, contabili e di marketing. È una situazione molto diversa da quella dei tradizionali sistemi di database relazionali, nei quali le informazioni sono disposte ordinatamente in righe e colonne omogenee che rendono veloci, affidabili e precisi il recupero e le ricerche. La natura non strutturata dei *big data* ha portato allo sviluppo di nuovi strumenti appositamente per dare un senso a informazioni raccolte da fonte eterogenee. I rapidi miglioramenti messi a segno in quest'area non sono altro che un esempio di come i computer stiano almeno parzialmente iniziando a sconfinare in ambiti d'azione che un tempo erano appannaggio esclusivo degli esseri umani. La differenza, ovviamente, è che nella sfera dei *big data* i computer sono in grado di farlo su una scala che, per una persona, risulterebbe impossibile. I big data stanno avendo un impatto rivoluzionario in svariate aree, tra cui gli affari, la politica, la medicina e quasi ogni campo delle scienze naturali e sociali.

Le maggiori catene retail oggi si affidano ai *big data* per ottenere un livello mai raggiunto di indicazioni sulle preferenze d'acquisto dei singoli acquirenti, il che li mette in condizione di proporre offerte strettamente mirate, che incrementano il loro fatturato e al tempo stesso contribuiscono alla fidelizzazione del cliente. Il portale dati di Chicago permette ai residenti di consultare sia le tendenze storiche sia i dati in tempo reale relativi a una serie di ambiti che descrivono le fluttuazioni della vita in una grande città, tra cui i consumi energetici, i reati, gli indicatori delle prestazioni

dei trasporti pubblici, le scuole e i servizi sanitari e perfino il numero di buche riasfaltate in un determinato intervallo di tempo sulle strade cittadine.³⁸

Le indicazioni ricavate dai *big data*, in genere, derivano interamente dalle correlazioni, e non danno alcuna informazione sulle cause del fenomeno studiato. In molti casi, però, nel contesto aziendale, quando gli indicatori chiave del successo sono la redditività e l'efficienza, la sola correlazione può avere un valore straordinario. I *big data* possono offrire al management delle aziende una quantità inedita di indicazioni su una vasta gamma di aree: potenzialmente, qualunque cosa, dalla gestione di una singola macchina alla performance complessiva di una multinazionale, può essere analizzata a un livello di dettaglio che prima sarebbe stato impossibile.

È probabile che la rivoluzione dei *big data* abbia due implicazioni particolarmente importanti per le occupazioni basate sulla conoscenza. La prima è che i dati raccolti potrebbero portare, in molti casi, all'automazione diretta di attività e impieghi specifici. Il secondo, e probabilmente più significativo, impatto sugli impieghi basati sulla conoscenza scaturirà dal modo in cui i *big data* cambiano le organizzazioni e dai metodi con cui sono gestiti. I *big data* e gli algoritmi predittivi potrebbero trasformare la natura e il numero dei posti di lavoro basati sulla conoscenza in ogni tipo di azienda e settore. Le previsioni ricavabili dai dati verranno sempre più usate per sostituire qualità umane come l'esperienza e il giudizio. All'aumentare delle decisioni fondate sui dati prese dai *top manager* grazie all'uso di strumenti

³⁸ Ford, *Il futuro senza lavoro*, cit., pag. 99.

automatizzati, la necessità di una vasta infrastruttura umana di analisi e gestione diminuirà costantemente. Dove oggi esiste un team di lavoratori della conoscenza che si occupano di raccogliere informazioni e presentano analisi a molteplici livelli manageriali, alla fine potrebbero esserci un unico *manager* e un potente algoritmo.

2.6 INTELLIGENZA ARTIFICIALE: DEFINIZIONE, STORIA E FUNZIONAMENTO

L'intelligenza artificiale può essere definita come la ricerca e l'applicazione a sistemi di elaborazione di quelle conoscenze che permettono alle macchine lo sviluppo di decisioni autonome. Secondo un'accezione strettamente informatica, l'intelligenza artificiale potrebbe essere classificata come la disciplina che racchiude le teorie e le tecniche pratiche per lo sviluppo di algoritmi che consentano alle macchine di mostrare attività intelligente, per lo più in specifici domini e ambiti applicativi.

L'Enciclopedia Britannica definisce l'intelligenza artificiale come segue:

«Artificial Intelligence (AI) is the ability of a digital computer or computer-controlled robot to perform tasks commonly associated with intelligent beings. The term is frequently applied to the project of developing systems endowed with the intellectual processes characteristic of humans, such as the ability to reason, discover meaning, generalize, or learn from past experience».

Sulla natura e sui compiti dell'intelligenza artificiale i pareri sono contrastanti.

Alcuni la considerano una disciplina scientifica; altri una semplice area della ricerca

tecnologica resa possibile dall'incontro tra discipline diverse come l'informatica, la psicologia, la logica e la linguistica.

L'intelligenza artificiale può dividersi in due modalità: intelligenza artificiale forte e intelligenza artificiale debole. La prima vede l'intelligenza artificiale come il tentativo di riprodurre, tramite elaboratori elettronici, comportamenti non distinguibili da quelli umani, mentre la seconda come tentativo di far fare ai computer cose che gli uomini sanno fare meglio.

A partire dagli anni '40 del secolo scorso si assiste alla diffusione del termine cibernetica, inteso come lo studio sistematico dei processi riguardanti la comunicazione e il controllo negli esseri viventi e nelle macchine; l'idea di base consiste nello studio dei meccanismi di autoregolazione e comando presenti sia negli organismi naturali che in quelli artificiali dotati di capacità di retroazione, ovvero in grado di rispondere in modo adattativo alle sollecitazioni dell'ambiente modificando il proprio comportamento. Nel 1949 lo psicologo canadese Donald Olding Hebb propose uno studio combinato di dati provenienti dalla fisiologia del sistema nervoso e dall'analisi sul comportamento umano, grazie al quale vennero analizzati nel dettaglio i collegamenti tra i neuroni artificiali ed i modelli complessi del cervello umano, dimostrando che una modifica delle forze di connessione fra i neuroni poteva dar luogo a processi di apprendimento. Nel 1951 il matematico e scienziato statunitense Marvin Lee Minsky realizzò il primo computer basato su reti neurali, in grado di simulare una rete di quaranta neuroni. I primi prototipi funzionanti di reti neurali, ovvero modelli informatici sviluppati per riprodurre il funzionamento dei

neuroni biologici al fine di risolvere problemi legati all'intelligenza artificiale, sopraggiunsero verso la fine degli anni '50.

Tuttavia il concetto di macchina intelligente si riscontra già nel 1936 grazie all'ideazione, da parte del matematico e crittografo inglese Alan Turing, della cosiddetta macchina di Turing, ovvero un modello astratto di macchina in grado di eseguire algoritmi e dotata di un nastro potenzialmente infinito su cui poter leggere e scrivere simboli; il modello in esame rappresenta uno strumento teorico ampiamente utilizzato nella teoria della calcolabilità e nello studio della complessità degli algoritmi per comprendere i limiti del calcolo meccanico. Turing aveva pubblicato uno scritto nel 1950, intitolato *Macchine calcolatrici e intelligenza*, in cui si occupava della questione concernente le possibilità di pensare delle macchine. Per rispondere a tale questione Turing aveva ideato un apposito esperimento mentale, chiamato test di Turing, volto a chiarire che se un esperto, nel corso di una conversazione cieca; cioè in cui non vede il suo interlocutore, limitandosi a comunicare con lui tramite messaggi scritti, non riesce a sapere con certezza se sta comunicando con una persona o con una macchina, allora si può affermare che la macchina pensa. In altri termini Turing afferma che un computer o una macchina possono essere paragonabili a un essere umano, quanto a intelligenza, se gli esseri umani non possono distinguere le prestazioni del computer o della macchina da quelle dell'essere umano.

Sono stati molti gli studiosi che hanno criticato l'intelligenza artificiale sin dalla sua affermazione. John Searle riteneva che i computer, pur ragionando come menti, non

sono delle menti, dal momento che sono provi di coscienza e intenzionalità. Lo studioso americano Hubert Dreyfus sostiene che l'intelligenza artificiale non coincide con quella umana, poiché quest'ultima è olistica e situazionale. Olistica in quanto si occupa di raccogliere delle parti all'interno del tutto; situazionale in quanto condizionata dalla nostra struttura corporea e dotata di senso comune.

L'evento ufficiale che segna la nascita dell'intelligenza artificiale è il *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, svoltosi nel 1956 presso il Dartmouth College, al quale parteciparono nomi noti nell'area dello studio dei sistemi intelligenti quali il matematico John McCarthy del Dartmouth College, lo scienziato Marvin Lee Minsky della Harvard University, l'informatico Nathaniel Rochester di IBM Corporation, l'ingegnere Claude Elwood Shannon dei Bell Telephone Laboratories, con l'obiettivo di definire la disciplina dell'intelligenza artificiale e sviluppare alcuni progetti di ricerca per simulare l'intelligenza umana e con esso il lancio dei primi linguaggi di programmazione specifici per l'intelligenza artificiale.

Il funzionamento dell'intelligenza artificiale si divide in quattro differenti livelli funzionali: comprensione, ragionamento, apprendimento e interazione. La comprensione riguarda la capacità di riconoscere testi, immagini e tabelle per poi andare ad estrapolarne delle informazioni. Col ragionamento mediante la logica, i sistemi riescono a collegare le molteplici informazioni raccolte. Nel caso dell'apprendimento si parla di sistemi con funzionalità specifiche per l'analisi degli input di dati e per la loro corretta restituzione in output. Infine con l'interazione

ci si riferisce alle modalità di funzionamento dell'intelligenza artificiale in relazione alla sua interazione con l'uomo.

Le aziende interessate all'intelligenza artificiale stentano ancora a capire se e quanto può davvero essere utile in ambito aziendale. Le tre manifestazioni più diffuse dell'intelligenza artificiale sono il *Machine Learning*, il *Computer Vision* e il *Robotic Process Automation*. Il *Machine Learning* permette alle aziende di accedere ai dati e di organizzarli in maniera efficiente. Questo permette all'azienda di poter prendere con elevata certezza la decisione corretta in determinate situazioni e di poter sviluppare una relazione resistente con il cliente. Il *Computer Vision*, o visione artificiale, si occupa di studiare come i computer imitano la vista umana, lasciando poi all'uomo il compito di andare a interpretare le immagini digitali. Infine il *Robotic Process Automation* prevede l'automazione di processi ripetitivi migliorando l'efficienza operativa.

2.7 INTERNET OF THINGS

Internet of Things (IoT) è un termine che venne coniato dal ricercatore Kevin Ashton per definire tutti gli oggetti che sono connessi ad internet. Difatti negli ultimi anni una riduzione dei costi dell'*hardware* ed una capacità di elaborazione dei dispositivi in costante crescita permettono ad un numero sempre maggiore di oggetti e luoghi della nostra quotidianità di essere connessi alla rete. Questi oggetti permettono lo scambio di dati ed informazioni avvicinando sempre di più il mondo virtuale a quello reale e viceversa. Possiamo dire che abbiamo ottenuto un ruolo attivo nella nostra

quotidianità e potremmo per questo definirli dotati di intelligenza. Molti esperti concordano ormai che questa innovazione otterrà sempre più rilevanza nel futuro prossimo, avremo quindi oggetti sempre più intelligenti ad un prezzo sempre più competitivo, che favoriranno una maggiore comunicazione ed un sempre più veloce accesso ad Internet, con una capacità di elaborazione dati sempre maggiore. Al giorno d'oggi già svariati miliardi di oggetti sono connessi utilizzando questa nuova tecnologia e secondo una ricerca condotta dal *Global Agenda Council on the Future of Software and Society*, per l'89% degli intervistati avremo mille miliardi di oggetti interconnessi entro il 2025. Nonostante ciò è molto difficile dare un riscontro pratico sull'impatto che hanno avuto nella vita quotidiana delle persone poiché quest'ultime molto spesso non sanno di avere un oggetto riconducibile all'*Internet of Things*, pur utilizzandolo magari quotidianamente. Possiamo però dire che questa nuova tecnologia si sta diffondendo sempre più rapidamente in ambiti sempre differenti e che le sue potenzialità sembrano attualmente infinite. Uno studio condotto a Cambridge, negli Stati Uniti, ha mostrato come l'applicazione di sensori sugli animali permetta di monitorare con accuratezza sia il loro comportamento sia il loro stato di salute. In particolare ha mostrato come applicando dei sensori sui capi di bestiame questi riescano a scambiarsi informazioni utilizzando la rete di telefonia cellulare e riescano a fornire dati sulla condizione degli animali in tempo reale indipendentemente dalla loro posizione geografica. All'interno delle città sappiamo che applicando un sensore ad un lampione questo non solo controlla il corretto funzionamento ma è in grado di rilevare la presenza di persone attivandosi al

passaggio di esse. Allo stesso tempo è in grado di rilevare e trasmettere informazioni riguardo la temperatura e la qualità dell'aria.

Possiamo definire l'*Internet of Things* come una nuova tecnologia che permette agli oggetti facenti parte del mondo circostante di essere connessi ad internet con l'obiettivo di controllare, monitorare e riportare informazioni che verranno utilizzate in futuro. Più aumenta il numero di oggetti ed apparati in grado di connettersi alla rete e più aumenteranno i dati che dovranno essere analizzati e maggiore sarà il numero di applicazioni da sviluppare.

2.8 LE POLITICHE INDUSTRIALI PER INDUSTRIA 4.0

Tutti i paesi hanno sviluppato in questi ultimi anni programmi per permettere alla propria industria nazionale di affrontare quel grande cambiamento strutturale riconosciuto unanimemente come quarta rivoluzione industriale. Tutti condividono l'idea che questa sia una trasformazione di dimensioni globali, eppure ogni governo ha voluto sviluppare una propria strategia su base nazionale come se la dimensione nazionale, in un'economia aperta e competitiva, fosse ancora il riferimento ultimo dello sviluppo; come se nell'economia globale si potesse ancora definire la competitività come un confronto tra stati. Così a *Industrie 4.0* della Germania, si aggiunge la francese *Industrie du Futur*, l'*Industria connectada* spagnola, *Catapult – High Value Manufacturing* del governo inglese, la *Fabbrica intelligente* italiana, *Produktion 2030* svedese, senza cogliere che la stessa dimensione europea oggi

sembra essere la scala minima per affrontare tale cambiamento strutturale. Questi programmi sono costruiti in isolamento da parte degli stati, anche se sono paralleli ed ancorati ad una dimensione nazionale per affrontare in termini competitivi e non cooperativi problemi che per loro natura hanno dimensione sovranazionale. In questo quadro, tuttavia, tutti condividono che le politiche pubbliche più incisive debbano riguardare educazione e ricerca, in particolare per sviluppare quegli aspetti creativi della produzione che sembrano fornire risposte ai bisogni individuali emergenti o ai grandi temi proposti a livello globale: egualmente tutti i piani pongono in evidenza la necessità di disegnare politiche per gestire la transizione verso i nuovi regimi tecnologici e, nel contempo, per affrontare i problemi sociali che un tale cambiamento impone.³⁹ Poiché l'Europa è divisa in tanti stati, a volte gli impegni nelle attività di ricerca e sviluppo risultano duplicati, la mobilità del lavoro e gli scambi scientifici insufficienti e i mercati sono frazionati con i ritardi e i costi conseguenti. Questa situazione è molto dannosa nel nuovo contesto tecnologico, nel quale le priorità vanno da una parte all'unione delle risorse per la riduzione dei costi e dei rischi e dall'altra all'accrescimento della mobilità del lavoro e delle competenze allo scopo di assicurare una diffusione della tecnologia rapida e a basso costo. Questo scoglio strutturale si aggiunge al *gap* che l'Europa denuncia nei confronti degli Stati Uniti e Giappone nell'attuazione dei nuovi metodi per rafforzare le potenzialità delle attività scientifiche e tecnologiche e renderle più efficienti. Su questo punto i paesi europei sono abbastanza differenti tra loro. Quelli, la cui politica sulle attività

³⁹ Bianchi, *4.0 La nuova rivoluzione industriale*, cit., pag. 96.

scientifiche e tecnologiche ha fatto affidamento per lungo tempo soprattutto sulla gestione centralizzata di programmi rispondenti alle esigenze governative, incontrano adesso delle difficoltà strutturali nell'adattarsi ad una situazione in cui è necessario organizzare la diffusione della tecnologia in modo che vada a beneficio di tutte le imprese. Altri paesi, al contrario, hanno deciso di iniziare a praticare la cooperazione tra l'industria ed il settore pubblico per quanto concerne la ricerca, ed hanno messo in atto degli incentivi indiretti per le imprese. Per questi ultimi ora è più facile accentuare un simile tipo di esperienze. All'interno di questo contesto, le autorità pubbliche devono contribuire a una migliore armonia europea e aiutare i diretti interessati a comportarsi diversamente all'interno di ogni stato. È proprio la necessità di superare la divisione dell'Europa che può fornire agli stessi europei la presa di conoscenza della cooperazione nelle attività di ricerca e sviluppo. Col varo dei programmi europei intrapresi dalla Commissione Europea come *Esprit* o dai governi come *Eureka*, gli operatori nei diversi paesi, sia da parte pubblica che di parte industriale, cominciano ad apprendere cosa sia la ricerca cooperativa.⁴⁰ Questo processo di apprendimento, che in Giappone è stato fortemente stimolato dallo stato attraverso i progetti nazionali nel corso degli anni Settanta, e che si è sviluppato in maniera più spontanea dell'industria americana agli inizi degli anni Ottanta, sta adesso iniziando a coinvolgere le imprese in Europa attraverso i programmi di collaborazione realizzati dai governi.

⁴⁰Giannetti R. – Toninelli P., *Innovazione impresa e sviluppo economico*, il Mulino, Bologna, 1991, pag. 270.

Il paese-guida della quarta rivoluzione industriale è la Germania, che tramite *Industrie 4.0*, si pone come obiettivo di favorire ed implementare la digitalizzazione della manifattura attraverso progetti di trasferimento tecnologico e di innovazione ed ottenere quindi nei decenni successivi la leadership del mercato manifatturiero. L'industria 4.0 in Gran Bretagna è ancora in fase di definizione. La società di consulenza industriale *BdoLlp* ha collaborato nel 2016 con l'*Institution of Mechanical Engineers* per stilare un rapporto sull'*Industry4.0* ed i risultati ottenuti non possono essere considerati soddisfacenti. Infatti solo una bassa percentuale degli operatori comprende in maniera chiara i processi relativi a Industria 4.0. Il governo francese, sotto la spinta del ministero dell'economia, ha realizzato nel 2013 il programma "Alleanza per l'Industria del Futuro" il cui obiettivo primario è quello di modernizzare e rendere più efficienti le fabbriche francesi, le quali diventano col passare degli anni sempre più obsolete. Studi recenti hanno però fatto notare che nella sua attuazione il progetto presenta alcuni ritardi e diverse lacune, in particolare nel settore della robotizzazione industriale. Anche l'Italia ha iniziato a prendere in seria considerazione il tema dell'Industria 4.0, seppur con un importante ritardo rispetto ai paesi dell'area OCSE. Il governo italiano nel febbraio 2016 ha dato il compito alla commissione di attività produttive, commercio e turismo della camera dei deputati di avviare un'indagine conoscitiva il cui obiettivo doveva essere "concorrere alla definizione di una strategia italiana di Industria 4.0". Al termine dell'indagine il ministro per lo sviluppo economico Carlo Calenda, coadiuvato dal primo ministro Matteo Renzi, ha predisposto e poi presentato a Milano il 21 settembre 2016 il "Piano

nazionale Industria 4.0”. Osserviamo che in questo piano non vi è la presenza di un vero e proprio documento programmatico e di scenario da parte del Governo italiano, che invece è presente nei progetti dei paesi che avevano avviato il piano di Industria 4.0 prima dell’Italia. Il piano prevede una serie di incentivi fiscali, sostegno al *venture capital*, diffusione della banda ultralarga, formazione dalle scuole alle università con lo scopo ultimo di favorire e incentivare le imprese ad adeguarsi ad aderire pienamente alla quarta rivoluzione industriale. Il progetto prevede inoltre di stimolare gli investimenti privati nelle tecnologie di Industria 4.0 per un valore complessivo di 10 miliardi, mentre prevede di ottenere investimenti privati per quanto riguarda la ricerca, sviluppo ed innovazione sempre all’interno di Industria 4.0 per un totale di 11,3 miliardi. Infine prevede 2,6 miliardi di investimenti privati nel settore delle start up, in particolare per quanto riguarda gli investimenti privati *early stage*.⁴¹

Di notevole importanza risulta essere l’introduzione del reddito di cittadinanza o reddito di base. Esso può essere definito come un’erogazione monetaria, a intervallo di tempo regolare, distribuita dallo stato a tutti gli individui indipendentemente dalla loro situazione economica e dalla loro disponibilità di offrire contributi lavorativi che può cumularsi ad altri redditi. La sua introduzione è strettamente legata al fatto che la nuova tecnologia ha distrutto e continua a distruggere il vecchio modo di produrre e con esso vecchi lavori progressivamente sostituiti dalle macchine senza che il mercato ne crei altri. I nuovi disoccupati non avranno un reddito da spendere e così l’economia finirà inceppata. Il reddito di cittadinanza può offrire una soluzione a

⁴¹Fotina C.; *Piano Italia 4.0, effetto leva da 10 miliardi*, Il Sole 24 Ore, 13 settembre 2016.

questa avversità, garantendo a tutti il diritto di un'esistenza libera e dignitosa e cercando, soprattutto, di risolvere il problema della domanda, incrementando quindi il potere d'acquisto degli individui ed evitando possibili crisi di sovrapproduzione.

Il reddito di cittadinanza ha una lunga storia alle spalle, visto che uno dei primi fautori fu l'attivista politico angloamericano Thomas Paine, che nel suo opuscolo del 1797 *Agrarian Justice* auspicava che tutti ricevessero una somma in soluzione unica una volta arrivati all'età adulta per compensare l'ingiustizia del fatto che alcuni erano nati in una famiglia di proprietari terrieri e altri no. Il paese che per primo introdusse il reddito di cittadinanza è stato l'Alaska, dove a partire dal 1982, i cittadini residenti da almeno sei mesi in Alaska ricevono una somma di denaro ogni anno, indipendentemente dalla loro età e per tutta la vita. La somma distribuita viene prima raccolta in un fondo chiamato *Alaska Permanent Fund* e istituito dal governatore repubblicano Jay Hammond nel 1976 e ricavata dalla vendita del petrolio estratto dai giacimenti dell'Alaska nella Baia di Prudhoe.

2.9 REDDITO DI BASE IN RELAZIONE AI DISAGI SOCIALI

Il reddito di base è uno strumento volto a contrastare in maniera congiunta la povertà e la disoccupazione, oltre ad essere un meccanismo di contrasto per la precarietà. La società contemporanea capitalistica ha evidenziato delle lacune per quanto riguarda la protezione sociale. Un tale dispositivo consentirebbe di colmare queste lacune che creano disagi ed esclusioni sociali.

Ciò che riporta d'attualità argomenti quali il reddito di cittadinanza, sono i fenomeni che si sono sviluppati nella nostra società contemporanea, dalla disoccupazione alla povertà, passando per la precarietà e l'emarginazione sociale. Il reddito di base ha come obiettivo quello di assicurare un'esistenza dignitosa, come abbiamo visto, con lo scopo di favorire l'inclusione sociale per i disoccupati, gli inoccupati o i lavoratori precari e in generale a ogni cittadino. Permette di assicurare condizioni di uguaglianza, di opportunità e partecipazione alla vita sociale che con il tempo vengono a mancare. Questo strumento è una risposta alla contrazione dell'offerta dei posti di lavoro che riguarda in maniera ancora più grave i giovani e le donne.

Attraverso il reddito di cittadinanza è possibile rendere liberi i lavoratori, i quali non sarebbero più costretti ad accettare il primo lavoro che gli viene offerto, ma hanno la facoltà di accettare il lavoro che più si allinea alle proprie competenze. Quindi, il lavoratore non è costretto a dequalificarsi per potersi dotare di reddito: ciò comporterebbe un aumento della libertà dei lavoratori.

Il reddito di base è uno strumento atto a contrastare la povertà, la quale comporta una mancanza di reddito e una grave emarginazione sociale. Povertà e disoccupazione portano a una perdita di autonomia, cioè a una limitazione di libertà degli individui.

La dotazione di un reddito di base garantito incondizionato è anche un mezzo per combattere la precarietà. La società contemporanea è caratterizzata da una precarizzazione generalizzata e di massa; per il precario il lavoro non è un fattore di riconoscimento, di conseguenza non si percepisce come soggetto attivo di una società fondata principalmente sul lavoro. Il precario ha difficoltà nel progettare il futuro e ha

l'ossessione dell'impiego stabile. Queste situazioni che si presentano sempre più nell'attuale società capitalistica comportano una sempre maggiore incertezza del futuro e l'impossibilità di programmarlo. Questi presupposti facilitano la possibilità di inserire un reddito di cittadinanza o di base all'interno dei sistemi di protezione sociale già in vigore.

2.10 NUOVI TIPI D'IMPIEGO

Con l'avvento della quarta rivoluzione industriale è necessario reinterpretare il significato del lavoro. I quattro comparti dell'economia (agricoltura, industria, servizi e settore terziario) stanno rimpiazzando l'impiego di massa con una forza lavoro ristretta e altamente professionalizzata, assistita da sistemi tecnologici intelligenti sempre più sofisticati e flessibili. La trasformazione del regime energetico mondiale da un quadro basato sui combustibili fossili e sull'energia nucleare a uno scenario dominato dalle energie rinnovabili richiederà un consistente apporto di lavoro, con l'impiego di milioni di addetti e la creazione di migliaia di nuove imprese. Rimodernare e convertire in microcentrali elettriche verdi centrali di milioni di fabbricati già esistenti e costruirne altri milioni da zero richiederà decine di milioni di lavoratori e aprirà nuove opportunità imprenditoriali alle *energy-saving companies*, alle piccole imprese di edilizia green e ai produttori di apparecchiature ecologiche. La necessità di installare nell'infrastruttura economica impianti a idrogeno e altri sistemi di accumulo capaci di gestire il flusso dell'elettricità verde avrà anch'essa massicce ricadute occupazionali, con la nascita di altrettante nuove imprese. La trasformazione

del sistema elettrico mondiale in un'Internet dell'energia genererà milioni di posti di lavoro nel campo delle installazioni e darà vita a migliaia di *start-up* per applicazioni *cleanweb*. In conclusione, riconfigurare il settore dei trasporti passando dai motori a combustione interna ai veicoli alimentati da motore elettrico o da pile a combustibile imporrà la riorganizzazione dei sistemi viari nazionali e delle infrastrutture per il rifornimento. Installare lungo le strade e in ogni parcheggio milioni di punti di rifornimento per veicoli elettrici è un'operazione che richiede molta manodopera, con i relativi risvolti occupazionali.⁴²

In molte delle economie industriali più avanzate la sfera del no-profit è già il settore in cui l'occupazione cresce più velocemente. Oltre ai milioni di volontari che prestano spontaneamente il loro tempo, vi sono attivamente impiegate milioni di altre persone. Nei 42 paesi al centro dello studio condotto dal *Johns Hopkins University Center for Civil Society Studies*, nel settore no-profit operano attualmente 56 milioni di lavoratori a tempo pieno. In alcuni stati il settore dà occupazione a più del 10% della forza lavoro.

Un altro studio, realizzato dall'istituto di ricerca *Fast Future* per conto del governo britannico ha individuato le venti nuove professioni più probabili. Si va dal costruttore di parti del corpo al medico nanotecnologico, al broker del tempo; dall'agricoltore genetista al consulente della terza età; dal chirurgo per l'aumento della memoria, alla guida turistica dello spazio, allo specialistaper la riduzione degli

⁴² Rifkin, *La società a costo marginale zero*, cit., pag. 380.

effetti dei cambiamenti climatici, al responsabile per lo smaltimento dei dati personali.⁴³

⁴³ Gallegati, *Oltre la siepe*, cit., pag. 143.

3- CASE STUDY

Prendiamo ora in esame due imprese del territorio, VF Stampi e la Zannini Spa, situate entrambe a Castelfidardo, in provincia di Ancona ed una terza; la Number 1 Logistics Group, impresa leader nel settore della logistica, con sede a Parma, per poter analizzare se ci sono affinità o meno nelle modalità di affrontare la nuova rivoluzione industriale. La VF Stampi è un'azienda che opera da oltre 25 anni nel settore della progettazione e costruzione di stampi ad iniezione, stampaggio materie plastiche e lamiere. VF Stampi vanta esperienze importanti nei settori tecnico, elettronico, elettromeccanico, giocattoli e automotive. La sua officina dispone di sette frese per la realizzazione di prodotti di massima qualità ed inoltre la VF Stampi vanta un settore dedicato alla manutenzione degli stampi. Essa dispone di un ufficio tecnico composto da cinque postazioni di progettazione con *software* Autodesk PowerSHAPE di ultima generazione. La VF Stampi fornisce consulenze grazie a tecnici molto esperti nel settore e si serve di un digitalizzatore ottico a luce strutturata per l'analisi di prodotti complessi. Inoltre, con la presenza di stazioni CAD 3D, l'azienda è in grado anche di sviluppare e creare nuovi prodotti secondo le esigenze specifiche del cliente.

Zannini Spa è un'azienda facente parte del Gruppo Zannini, composto da quattro aziende, di cui tre hanno residenza italiana, mentre la quarta si trova in Polonia. Il Gruppo Zannini è specializzato nella produzione conto terzi di minuterie metalliche tornite e componenti meccanici di precisione. La filosofia aziendale è orientata da sempre alla soddisfazione del cliente, garantendo un'elevata qualità, prezzi

competitivi ed un elevato contenuto di servizio. La capacità produttiva del gruppo è fortemente indirizzata a prodotti altamente tecnologici grazie alla presenza di macchine molto sofisticate. Queste aziende situate nel territorio marchigiano sono state influenzate dall'avvento di Industria 4.0 e hanno rivisto significativamente il loro modo di operare. Nel nostro studio andremo a concentrarci sul ruolo del lavoratore, il quale sta subendo dei cambiamenti vista la presenza in impresa di macchine che non solo lo affiancano durante la giornata lavorativa, ma che ne condizionano movimenti e azioni. Ho sottoposto ai titolari e ad alcuni lavoratori di entrambe le imprese a alcune domande per quanto concerne il loro rapporto con la tecnologia, ottenendo le seguenti risposte.

3.1 VF STAMPI

Come abbiamo visto l'azienda opera nel settore degli stampaggi, settore che a partire dalla metà del secolo scorso è diventato di grande rilievo, visto che molti erano gli strumenti e i materiali richiesti dalla società che potevano essere realizzati tramite l'attività di stampaggio. Grazie agli studi sui materiali applicati per la costruzione degli stampi, si è subito compreso che gli acciai costituivano elemento essenziale per la costante diffusione e sviluppo di questo mercato. Oltre all'utilizzo specifico dell'acciaio erano di notevole importanza anche le tipologie di lavorazione, che influivano sulla forma e sulle modalità di utilizzo dello strumento. Negli ultimi dieci anni essere stampisti è diventato un lavoro che nasconde molte criticità, viste le peculiari richieste dei clienti e le continue migliorie tecnologiche che cambiano il

mercato ogni giorno. La personalizzazione in questo comparto è sempre più richiesta ed è ben percepita dai produttori, che sanno che per ottenere un vantaggio competitivo sul mercato di riferimento dovranno accontentare il cliente in ogni sua richiesta, andando a realizzare un prodotto sempre diverso ed unico per certi aspetti. I prodotti realizzati tramite l'attività di stampaggio, e non solo, sono sempre più simili: ciò che li distingue è come da un prodotto derivi una soluzione personalizzata. Il settore dello stampaggio, inoltre, causa spesso la nascita di una rete d'impresa o *network*. Quest'ultimo può essere definito come un insieme d'aziende che operano di concerto nella realizzazione di una determinata attività o prodotto. In un *network*, le varie decisioni che vengono prese dalle aziende che ne fanno parte, vengono valutate e analizzate affinché tutte le aziende partecipanti possano essere in grado di portare a termine il loro compito in base alla loro posizione nella rete. Anche tra le varie aziende del *network* vengono esplicitamente richiesti determinati servizi o peculiarità del prodotto in fase di lavorazione che comportano una personalizzazione di quest'ultimo. Si vengono a formare dunque delle *partnership*, nelle quali l'azienda posizionata nella fase successiva della rete è considerata come un vero e proprio cliente.

Il fenomeno della personalizzazione si sta intensificando anche negli accordi concernenti le lavorazioni che devono essere portate a termine dalle aziende e che richiedono un determinato livello di adattamento delle parti, degli investimenti che devono essere fatti, lo sviluppo di un certo livello di fiducia e la determinazione di rapporti di potere o dipendenza nei confronti delle altre aziende della catena.

Il reale valore del settore degli stampi è elevato, anche perché vi trovano occupazione molti lavoratori che ne fanno un'industria trainante in tutto il mondo, specialmente in Cina ed in Europa dove Germania ed Italia giocano un ruolo da *leader*. Negli ultimi anni il mercato ha subito rallentamenti dovuti alla ormai conosciuta crisi economico-finanziaria che non ha risparmiato nemmeno il settore degli stampi. Il mercato nel complesso non ha subito brusche frenate, ma tuttavia ha rallentato i tassi di crescita. All'interno di questo contesto economico e operativo si inserisce la VF Stampi. L'azienda si ritrova ad operare all'interno di un contesto competitivo nazionale, relazionandosi sia con clienti finali sia con fornitori. Essa ha instaurato delle *partnership*, coinvolgendo le aziende della rete nella soluzione dei problemi del cliente al fine di sfruttarne le risorse e le conoscenze per poter cercare di crescere continuamente. Il successo competitivo di questa azienda dipende anche dalla capacità di sviluppare attività di co-progettazione con le altre aziende del network. La co-progettazione consiste nel condividere con le altre aziende problematiche progettuali e di industrializzazione del prodotto.

Le nuove tecnologie hanno raggiunto anche questa azienda, la quale ha dovuto mettersi al passo con le novità per poter mantenere la sua posizione nel mercato. Oltre all'introduzione del *software*, che ha stravolto il modo di lavorare dei dipendenti, si è assistito all'introduzione di nuovi macchinari, come ad esempio la Baby Presse, con lo scopo di produrre componenti di piccole dimensioni a costi contenuti. Le dimensioni ridotte di questo nuovo macchinario e l'elevata tecnologia

utilizzata per stampare permettono di ottenere articoli di qualità superiori a quelli che si potrebbero ottenere con una pressa comune.

Parlando con il titolare dell'azienda ho cercato di capire se e come l'introduzione di questo *software* in azienda abbia influito sui risultati e sul modo di agire in fabbrica. Il suo utilizzo ha permesso di ottenere un netto vantaggio sui *competitor* della zona, velocizzando la produzione e andando a soddisfare i clienti non solo per quanto riguarda la qualità del prodotto, ma anche per la maggiore velocità dei suoi tempi di realizzazione. Questo servizio ha portato il cliente ad accettare un prezzo leggermente superiore rispetto a quello delle aziende concorrenti.

Il modo di assumere nuovi lavoratori è cambiato dal momento che per poter lavorare in azienda sono richieste determinate *skills*, le quali prevedono soprattutto la capacità di saper utilizzare il *software*. Proprio per questa ragione è prevista una settimana di prova affinché il nuovo arrivato possa affinare la sua abilità nell'utilizzarlo, anche se si raggiunge una piena capacità solo dopo alcuni mesi di utilizzo. Per i lavoratori già in organico l'introduzione del *software* è stata meno critica poiché le già presenti conoscenze e abilità nella produzione degli stampaggi erano tali da permettere una maggiore velocità di integrazione con il *software* stesso.

Ho poi sottoposto ad alcuni lavoratori delle domande per poter approfondire meglio il rapporto lavoratore-*software* e analizzare come i primi si stiano adattando allo strumento tecnologico. Fra questi, due hanno fornito le risposte più interessanti. Li chiameremo d'ora in avanti intervistato A ed intervistato B.

L'intervistato A, un uomo di mezza età, si è mostrato piuttosto critico nei confronti dell'introduzione di questo *software* in azienda. Egli è più favorevole ai vecchi modi di lavorare poiché ritiene complesso e articolato il relazionarsi con l'innovativa macchina tecnologica. La sua fortuna è stata quella di lavorare in questa azienda da più di venti anni e quindi le conoscenze possedute gli hanno permesso una facilità nell'utilizzo del software. L'intervistato A ritiene che i vecchi modi lavorativi fossero i migliori perché permette ai lavoratori di sviluppare capacità e abilità e anche di collaborare con gli altri colleghi per la realizzazione del prodotto. Il *software*, invece, crea solitudine poiché ognuno lavora autonomamente e, secondo l'intervistato, vi è un lento scorrimento delle ore della giornata lavorativa. La novità maggiormente accolta da questo lavoratore è stata l'avviamento dell'utilizzo del magazzino automatico, il quale permettevano ai lavoratori di poter venire in possesso di qualsiasi oggetto necessario in un determinato momento senza eccessive difficoltà, visto che basta digitare il codice dell'attrezzo desiderato e automaticamente esso viene consegnato all'uomo. Questo, a detta del lavoratore intervistato, evita incomprensioni in azienda con i capi-reparto, che in passato erano accusati di essere responsabili della mancanza di alcuni utensili nel momento del bisogno.

L'intervistato B, un uomo più giovane del precedente lavoratore intervistato, ha mostrato una reazione del tutto diversa all'introduzione del *software* in azienda. Esso, infatti, è molto felice ed entusiasta di operare con una macchina ad alto contenuto tecnologico, poiché non solo ritiene che gli stampaggi siano realizzati decisamente meglio di quando era tutto fatto manualmente, ma anche perché ritiene che questo

software sia solamente il preludio all'utilizzo di altre macchine in impresa, e dunque, tutti debbano essere capaci di utilizzarlo per potersi garantire ancora un posto sicuro di lavoro in azienda. L'intervistato B capisce le difficoltà che gli altri lavoratori più anziani incontrano lavorando con il *software*, ma è consapevole che con il passare del tempo il mondo del lavoro sarà interamente composto da macchine e che i lavoratori che si mostrano diffidenti nei confronti di queste macchine non avranno più posto nelle aziende ad alto contenuto tecnologico.

3.2 ZANNINI SPA

La Zannini Spa è un'azienda relativamente giovane, specializzata nella produzione di minuterie metalliche. Nata nel 1963 con la Fratelli Zannini, negli anni l'azienda ha saputo fronteggiare le diverse crisi di mercato che si sono succedute, rimettendosi sempre in gioco e riuscendo ad espandersi, grazie anche al supporto ed al lavoro dei figli dei soci fondatori. Ripercorrendo le date più importanti dell'impresa bisogna sottolineare come essa si sia affermata attraverso un duro lavoro e una grande perspicacia da parte dei soci fondatori. Nel 2000 l'azienda decise di aprire una filiale all'estero, dato che la sua volontà era quella di entrare nel mercato globale, andando ad avviare cooperazioni con importanti gruppi multinazionali. Nel 2002 si avvia un processo di internazionalizzazione con la ricerca di clienti esteri; nel 2006 nasce la Zannini Poland, nella Slesia; nel 2009 la Zannini Spa inaugura il dipartimento di

ricerca e sviluppo e nel 2010 il Gruppo acquisisce il 50% della Foglia Srl di Osimo e il 51% di Meccanica Veneta di Rubano.

La Zannini Spa svolge attività che superano i confini nazionali e l'hanno portata ad instaurare relazioni economiche con altre aziende nel mondo. Una prova a tutto ciò è data dalla presenza di un'azienda del gruppo in Polonia e la recente *partnership* con l'India per i ciclomotori. C'è inoltre l'intenzione di entrare al più presto nel mercato nordamericano e nel mercato asiatico. L'azienda ha da sempre mostrato negli ultimi anni una grande capacità di sviluppo e innovazione che le sta permettendo di crescere vistosamente e affermarsi a livello internazionale. Anche le modalità di produzione, al passo con le nuove tecnologie della quarta rivoluzione industriale, permettono la realizzazione di un prodotto di qualità e su misura del cliente. L'obiettivo è quello di essere un'azienda di riferimento nel mercato europeo delle minuterie metalliche, mantenendo una leadership qualitativa, garantendo il massimo livello di efficienza dei servizi.

Parlando con l'amministratore Stefano Zannini, ho avuto modo di conoscere meglio l'impresa, come questa operi e come si stiano relazionando i lavoratori con le nuove tecnologie. La Zannini Spa è un'azienda tecnologicamente avanzata, basata sulla meccanica di precisione e con l'obiettivo di realizzare un prodotto privo di difetti. Il business principale dell'azienda si basa sull'ottenimento di valvole da inserire nel motore dell'auto. Questo spiega come sia importante che il prodotto sia perfetto, e come sia stato necessario ricorrere all'automazione di certi passaggi come il controllo in automatico del pezzo. Infatti sono presenti in azienda delle isole robotiche:

sostituire con un'isola robotica una persona porta al sostenimento di costi più sostenuti nel lungo periodo e per di più il robot è più veloce e può lavorare più a lungo.

L'azienda può contare su una *start up* innovativa, nata recentemente e con sede nello stesso stabilimento della Zannini Spa, con il compito di creare processi automatici per tutte le aziende del gruppo. L'obiettivo di questa *start up* è quello di entrare nel mercato in massimo due anni con un prodotto "customizzato" diversificato, in modo da soddisfare le esigenze di ogni cliente. Il grande livello tecnologico di questa azienda permette di aggiudicarsi clienti grandi e importanti con particolari richieste, garantendo una sicurezza di processo molto elevata che attrae il cliente stesso. La Zannini Spa può contare su treni automatici che camminano da soli e che vengono chiamati dai lavoratori per caricare e scaricare lo scarto o i pezzi. La loro introduzione è dovuta alla necessità di far concentrare l'operatore esclusivamente sulla realizzazione del prodotto e non su altre attività che lo possano distrarre e portare a commettere degli errori.

La presenza di un gran numero di macchinari porta ad ottenere una grande quantità di dati che devono essere analizzati da operatori. Da qui deriva l'importanza di poter contare su persone capaci di saper leggere ed estrapolare informazioni da questi dati; infatti l'intento di questa azienda è quello di puntare su giovani brillanti, perché la loro presenza permette all'azienda di crescere in maniera decisa.

I processi di automazione sono stati applicati anche alla gestione degli utensili, dove l'impresa spende più di un milione all'anno, affinché non ci siano sprechi.

L'ottenimento di questo risultato è stato possibile con la creazione di programmi informatici realizzati dall'impresa stessa.

Con i vari processi automatizzati oggi è possibile trovare nella Zannini Spa figure che prima non erano presenti, con il compito di controllare il sistema e il funzionamento di questi processi. Il lavoro in impresa è molto più specializzato rispetto al passato: servono una maggiore competenza, una maggiore formazione e comporta un maggiore stress. Tutto questo è dovuto dall'automazione in azienda che porta i lavoratori ad essere in possesso di determinate *skills* per gestire le nuove macchine. Se prima pochi operai potevano controllare più macchine, oggi questo non avviene poiché serviranno più lavoratori per controllare il lavoro delle macchine, dal momento che queste sono impegnate nella realizzazione di un prodotto ad alto contenuto tecnologico. Per questo motivo l'amministratore Zannini ritiene che l'automazione porterà ad un incremento dei lavoratori in azienda. Ad esempio un'attività svolta dai lavoratori è quella di controllare se il pezzo è stato realizzato correttamente. Per fare ciò il pezzo viene inserito in uno *scan*, che verifica se le dimensioni dell'oggetto sono in linea con le misure indicate. Il compito dell'uomo sta nel calibrare bene la macchina altrimenti non si otterrà una verifica corretta.

Ho avuto anche modo di parlare con Saverio Zitti, responsabile dell'attività di ricerca e sviluppo, che mi ha fornito degli aneddoti circa il rapporto tra macchina e uomo in seno alla Zannini Spa. Quando venne installato il primo robot nell'azienda un lavoratore si pose dei dubbi circa la possibilità di un eventuale rinnovo del contratto visto che il robot avrebbe svolto il suo lavoro. Tuttavia l'azienda non ritiene che la

presenza delle macchine escluda quella dell'uomo, visto che quest'ultimo si trova a svolgere attività più stimolanti e a maggior valore aggiunto con le macchine di quanto non avvenisse in passato, dove venivano svolte, da parte del lavoratore, attività ripetitive e noiose. Un secondo aneddoto è di segno opposto rispetto al primo. Il capo reparto, infatti, non voleva che i suoi lavoratori svolgessero attività ripetitive e spossanti di orgoglio professionale, ma piuttosto che ci fosse un robot che velocizzasse lo svolgimento di certe attività e permettesse ai lavoratori di lavorare in attività che li stimolasse intellettualmente.

La filosofia aziendale, a detta dell'amministratore e del responsabile ricerca e sviluppo, pone l'uomo al centro di tutto. La tecnologia è fatta dall'uomo ed è fatta per l'uomo. Le persone sono sempre decise per utilizzare gli strumenti tecnologici più avanzati e per ottenere tramite essi la massima efficienza aziendale. Le risorse umane sono fondamentali per la buona uscita di qualsiasi progetto. Nel caso delle nuove tecnologie apportate da Industria 4.0 è necessario che i lavoratori siano disposti a prendersi carico di altre *task* oltre alle attività quotidiane. Zitti afferma che è evidente che a un operatore di tornitura il vedersi affiancato da un robot con il quale interagire provoca qualche problema di comprensione, di accettazione e di convivenza. È conveniente, dunque, che il personale venga istruito su come comportarsi e su come agire. Peraltro la ridotta età media dei dipendenti dovuta ai trentenni assunti negli ultimi anni, fa in modo che le nuove tecnologie vengano recepite senza particolari difficoltà. Il settore della meccanica, dove l'azienda opera, è stato reso più attrattivo dalle recenti novità tecnologiche nei confronti degli ingegneri, tradizionalmente

focalizzati sull'ingegneria di prodotto, ma ora sempre più interessati anche all'ingegneria di processo tornato in auge grazie appunto alle nuove novità di Industria 4.0.⁴⁴

Il lavoratore intervistato in questa azienda è l'Intervistato C, molto positivo per quanto riguarda i nuovi processi automatici e le nuove macchine in azienda. Egli, al pari dell'amministratore Zannini, ritiene che le nuove tecnologie siano molto positive per le aziende che le adottano poiché presentano una serie di vantaggi legati, per esempio, ad una maggiore produttività e ad una netta riduzione dei tempi di lavorazione, oltre alla possibilità di poter creare nuovi posti di lavoro. Il suo compito è quello di gestire le macchine meccaniche e le nuove macchine a controllo numerico, che a suo parere hanno stravolto i vecchi modi di fare e hanno condannato diversi suoi colleghi ad abbandonare il posto di lavoro vista la difficoltà ad abituarsi al loro utilizzo. Lo sforzo mentale richiesto dalle macchine a controllo numerico è alto tanto da causare stress e stanchezza. Tuttavia l'Intervistato C è riuscito in circa un anno ad abituarsi a queste nuove macchine, nonostante l'azienda avesse predisposto dei corsi di formazione. Queste nuove macchine richiedono la capacità di saper leggere diversi parametri e saper anche fare dei calcoli. Per questo motivo l'Intervistato C afferma che i giovani di oggi sono maggiormente portati ad un utilizzo di queste macchine considerando il percorso di studio che i giovani di oggi seguono.

⁴⁴ Zitti S., *Lungimiranza sui solidi pilastri*, Rossi Michele, *Macchine Utensili* n.11., <https://www.meccanicaneWS.com>.

3.3 NUMBER 1 LOGISTICS GROUP: UN'IMPRESA LEADER

Volendo prendere sotto esame un'azienda di dimensioni maggiori e già affermata come leader, possiamo analizzare la Number 1 Logisitcs Group, le cui informazioni sono state ricavate dal suo sito *web*.⁴⁵ Nel settore della logistica quest'azienda è capace di fornire ai propri clienti servizi logistici integrati, riuscendo a creare delle soluzioni *ad hoc* per ogni singolo cliente. È specializzata nella gestione della filiera distributiva dei prodotti del settore *food&grocery*, quindi i canali a cui si rivolge principalmente sono: grande distribuzione, negozi di vario genere, farmacie e parafarmacie. Number1 nasce nel 1997 da uno *spin off* di Barilla. All'epoca contava quindi un solo consumatore e 15 dipendenti. Nel 2000 la società diventa autonoma e nel 2012 viene acquisita dal gruppo FISI. Attualmente Number1 è un'azienda che conta ben 322 dipendenti e più di 2000 collaboratori esterni con un fatturato che raggiunge i 311 milioni di Euro diventando il player nazionale leader nella distribuzione di beni a largo consumi nel settore *food&grocery*.

L'obiettivo che l'azienda sta perseguendo è quello di mantenere il vantaggio competitivo raggiunto negli anni consolidando sempre più la propria leadership come operatore di logistica integrata nella distribuzione dei beni di largo consumo in Italia. Il settore della logistica è tutto quel processo legato alla gestione dell'approvvigionamento e del trasferimento della merce, organizzando tutte queste attività in maniera strategica al fine sostanzialmente di diminuire i costi, migliorando così la redditività dell'intero processo e, soprattutto, incrementando il valore per il

⁴⁵<https://number1.it/>.

cliente finale. La logistica impatta sul processo di creazione del valore e trascurare questo aspetto significherebbe non organizzare in maniera strategica l'intera rete distributiva e perdere il vantaggio competitivo.

La logistica è uno dei settori che maggiormente è interessato a subire cambiamenti a causa dell'avanzamento tecnologico e da tutto ciò che le novità della nuova rivoluzione industriale comportano. L'aiuto delle tecnologie abilitanti consente di apportare un cambiamento radicale ai processi logistici, cambiamenti che interessano non soltanto la tecnologia, ma che colpiscono in maniera sistemica ogni singolo aspetto del processo logistico stesso. Se fino agli inizi degli anni Duemila la logistica veniva vista come un settore di secondaria importanza, oggi lo scenario viene stravolto da cima a fondo. La logistica è diventata un'attività di supporto alle aziende molto critica e rilevante. Il settore della logistica diviene ad essere, quindi, uno degli ambiti maggiormente colpiti dal processo di trasformazione tecnologica e digitale.

Una delle prime novità inserite in azienda è stata la Click Replay WM. Il progetto, è volto alla creazione di una gestione unica e centralizzata dei magazzini. Per poter ambire al raggiungimento di questo risultato è stato necessario ridisegnare l'intero sistema di magazzino e creare un nuovo *software*. Ovviamente le nuove tecnologie e le nuove abilità richieste fanno sì che anche il ruolo del lavoratore debba cambiare e innovarsi; come abbiamo visto nei precedenti casi aziendali.

Le esigenze richieste dal mercato costringono l'azienda ad organizzare il lavoro in maniera differente rispetto a come esso veniva gestito in passato. Se il lavoro si modifica, anche il lavoratore deve trasformarsi e deve aggiornare le proprie *skills*. Il

lavoro in azienda cambia con l'avvento delle nuove tecnologie e, di conseguenza, anche le attività svolte dai lavoratori. In Number 1 Logistics Group, tra i più recenti annunci di lavoro pubblicati dall'azienda su LinkedIn, si evince che tra le professioni più richieste vi sono neolaureati in economia ed ingegneria ai quali si richiedono: conoscenza della lingua inglese, competenze digitali, capacità di pensiero critico e *problem solving*. Si è potuto riscontrare che ogni qualvolta l'azienda ha avviato un nuovo progetto, aggiungendo nuove tecnologie, la formazione dei lavoratori è stata una delle priorità. L'addestramento del personale al fine di renderlo autonomo nell'utilizzo della tecnologia è una delle azioni più importanti che vengono portate avanti dall'azienda. La formazione, svolta dai fornitori della tecnologia, si è conclusa con il rilascio di un certificato ai lavoratori che dovranno interfacciarsi con la nuova tecnologia.

Come emerge dall'analisi di questa azienda leader nel suo settore di competenze, possiamo notare che anche quest'ultima ha dovuto adeguarsi alle novità tecnologiche come la VF Stampi e la Zannini Spa. Tutte e tre le aziende hanno concepito come fosse di vitale importanza mettersi a passo con i tempi aggiornandosi, favorendo corsi di formazione per il personale e assumendo dipendenti che fossero già in possesso determinate conoscenze. Questo, a mio avviso, può essere considerato come un punto che unisce le tre aziende, anche se le aziende direttamente studiate e analizzate da me, sono di minori dimensioni rispetto alla Number 1 Logistics Group. I settori in cui esse si trovano a operare sono diversi, ma tutti sono stati soggetti a mutamenti importanti apportati dalle tecnologie della quarta rivoluzione industriale, la quale sta

mostrando sempre di più col passare del tempo i suoi effetti e le mutazioni richieste per stare a passo con essa. Le imprese del mio studio hanno concepito come fosse decisiva l'innovazione di processi, metodi di lavorazione e prodotti poiché una mancata innovazione avrebbe potuto portare ad un'uscita dal mercato di esse con conseguente chiusura dell'attività.

APPENDICE

Qui sotto verranno riportati le parti salienti delle interviste condotte nelle due imprese da me studiate: la VF Stampi e la Zannini Spa.

Intervistato A: << Non sono felice dell'introduzione di questo software in azienda perché, dal canto mio, ha portato confusione tra noi lavoratori e mi riferisco soprattutto a quelli più anziani e che lavorano qui da molto tempo. Ho avuto la fortuna di mantenere il mio posto di lavoro, perché ho acquisito nel tempo un certo livello di esperienza per la realizzazione di stampaggi plastici e inoltre è un lavoro che mi è sempre piaciuto e che pratico da più di vent'anni. Ho notato, comunque, che la macchina facilita molto il lavoro rispetto al passato e lo velocizza ma il fatto che la macchina faccia quasi tutto al posto mio e degli altri lavoratori rende più noiosa la giornata lavorativa. Ci indica procedure e istruzioni che svolgiamo ognivolta per ottenere gli stampaggi. Prima quando era tutto fatto manualmente la giornata era stancante da una parte, ma dall'altra sentivi di aver messo molto del tuo e per di più c'era la possibilità di dialogare molto con i miei colleghi poiché lavoravamo congiuntamente. Ora invece ognuno sta sulla sua postazione con il suo *software* e si chiacchiera solamente in precisi momenti di pausa. L'unica nota positiva di tutta questa nuova tecnologia è il magazzino automatico. Facilita molto la vita di noi lavoratori perché tramite un codice veniamo in pochi secondi in possesso dell'oggetto necessario per lavorare; questo magazzino ci evita inoltre di avere discussioni tra di noi oppure con i capi reparti. In passato spesso e volentieri accadeva che mancasse

qualcosa e ci incolpassimo a vicenda o avessimo dei faccia a faccia con i caporeparti, ritenuti da noi lavoratori colpevoli o in qualche modo responsabili della mancanza di strumenti >>.

Intervistato B: << Non posso nascondere il mio entusiasmo per l'introduzione di questo *software* in azienda. Sta facilitando incredibilmente il nostro lavoro perché impieghiamo meno tempo a realizzare gli stampaggi e quest'ultimi sono senz'altro realizzati con maggiore qualità. Penso che questo software sia solo l'inizio della tecnologia in azienda. Non mi riferisco solo all'azienda dove lavoro, ma a tutte le imprese che vogliono ottenere risultati economici importanti. Se guardiamo ad altri paesi europei, come Germania, Inghilterra e Francia, possiamo notare un ritardo del nostro paese nei loro confronti dal punto di vista tecnologico. Quindi bisogna colmare questa distanza velocemente e raggiungere il loro livello per poter essere considerati dei *competitors* a tutti gli effetti. In questi paesi la tecnologia è ormai quasi considerata una normalità anche per tutti i lavoratori che ne vengono a contatto. Mi dispiace molto per i miei colleghi più anziani che hanno difficoltà nell'utilizzare il software perché sono consapevole che per loro si tratta di lavorare in un modo tutto nuovo e difficile da far proprio. Tuttavia mi auguro una svolta per loro così da poter rimanere non solo in questa azienda, ma anche rimanere inseriti nel nuovo mondo del lavoro, che richiede individui abili dal punto di vista tecnologico>>.

Intervistato C: << Il mio ruolo in azienda è quello di attrezzare le macchine meccaniche, un lavoro molto manuale dove le correzioni vengono fatte con determinati strumenti quali cacciavite e martello, e occuparmi delle macchine a controllo numerico. È da poco che mi sono cimentato nel lavorare con le macchine a controllo numerico, visto anche la loro recente introduzione. La macchina a controllo numerico porta un grande sforzo dal punto di vista intellettuale rispetto alle macchine classiche perché in questo caso bisogna intervenire su dei parametri e fare dei calcoli. Un giovane è molto più preparato a lavorare con questo tipo di macchina visto le conoscenze che gli vengono fornite durante gli studi, mentre per me il processo di apprendimento è stato più lungo, circa un anno, prima di poter essere padrone della macchina e comprenderne le peculiarità. Il primo impatto è stato tremendo, nonostante furono promossi anche dei corsi di formazione prima dell'introduzione. Il lavoro per chi utilizza la macchina a controllo numerico è molto stressante. Qualche collega non è riuscito ad abituarsi a questa nuova macchina ed ha abbandonato il posto di lavoro. La rettifica è una nuova attività dove l'azienda si sta cimentando da pochi mesi e in cui sto cercando di migliorarmi. Infatti è un'attività non standard dove ogni pezzo ha le sue caratteristiche e quindi possono volerci anche dei giorni per la realizzazione di un pezzo. Le nuove tecnologie sono positive a mio parere perché abbassano tempi di produzione, eliminano sprechi e permette a ogni singolo operatore di poter controllare più macchine contemporaneamente>>.

CONCLUSIONI

Questa tesi mi ha permesso di approfondire le mie conoscenze riguardo le nuove tecnologie che sono a disposizione dell'uomo. Analizzando diversi aspetti delle stesse, non posso che notare che esse ancora non sono utilizzate nel miglior modo possibile. Una spiegazione della loro ancor bassa efficacia ed efficienza è riscontrata nella loro breve vita, dal momento che si parla di Industria 4.0 solo dal 2011. Il loro primo impatto nelle aziende e nel mondo del lavoro non può essere visto molto positivamente, dato che esse sono portatrici di una maggiore disuguaglianza sociale, di un ristagno dei salari, di una forte disoccupazione che colpisce soprattutto i giovani laureati. Tuttavia non bisogna a parer mio condannarle come una novità negativa, ma bisogna imparare a utilizzarle, interpretarle e studiarle, poiché possono portare alla creazione di nuovi posti di lavoro. Bisogna tenere in considerazione che il mondo evolve sempre, come abbiamo avuto modo di vedere nella prima parte del mio elaborato, ripercorrendo le precedenti rivoluzioni industriali: quindi bisogna avere fede nel mondo che verrà, che sarà caratterizzato inevitabilmente da queste tecnologie. Nel trascorrere dei secoli l'uomo non ha cambiato mai il suo comportamento nei confronti della novità: ha tenuto sempre un atteggiamento diffidente e scettico verso le nuove invenzioni, ma ha sempre finito per abituarsi ed entusiasarsi quando è riuscito a padroneggiare le novità. Quando sapremo padroneggiare anche queste nuove tecnologie saremo maggiormente in grado di superare le difficoltà dei nostri giorni.

In definitiva, le nuove tecnologie abilitanti sono destinate a scardinare completamente i tradizionali processi operativi a favore della migrazione ad Industria 4.0. Tale transizione sconvolge ogni singolo aspetto dell'azienda: l'organizzazione aziendale, i modelli di business, i percorsi di formazione e, di conseguenza, anche i sistemi di *welfare*.

BIBLIOGRAFIA

- Bianchi P., *4.0 La nuova rivoluzione industriale*, il Mulino, Bologna, 2018.
- Borgna P. – Ceri P., *La tecnologia per il XXI secolo*, Einaudi, Torino, 1998.
- Deane P., *La prima rivoluzione industriale*, Il Mulino, Bologna, 1971.
- Forbice A., *Robot, computer e “nuovi operai”*, Franco Angeli Libri, Milano, 1985.
- Ford M., *Il futuro senza lavoro*, ilSaggiatore, Milano, 2017.
- Fotina C.; *Piano Italia 4.0, effetto leva da 10 miliardi*, Il Sole 24 Ore, 13 settembre 2016.
- Gallegati M., *Oltre la siepe*, Chiarelettere, Milano, 2014.
- Giannetti R. – Toninelli P., *Innovazione impresa e sviluppo economico*, il Mulino, Bologna, 1991.
- Giardina A., *Nuovi profili storici*, Editori Laterza, Roma, 2008.
- Hudson P., *La rivoluzione industriale*, il Mulino, Bologna, 1992.
- Lafay G., *Capire la globalizzazione*, Il Mulino, Bologna, 1998.
- Landes D., *Prometeo liberato*, Einaudi, Torino, 1993.
- Mokyr J., *La leva della ricchezza*, il Mulino, Bologna, 1990.
- Mokyr J., *Leggere la rivoluzione industriale*, Il Mulino, Bologna, 1997.
- Piccaluga A., *Mercato e competizione globale*, Guerini e Associati, Milano, 1997.

- Rifkin J., *La società a costo marginale zero*, Mondadori, Milano, 2017.
- Rifkin J., *La terza rivoluzione industriale*, Mondadori, Milano, 2011.
- Seghezzi F., *Lavoro e relazioni industriali in Industry 4.0*, Diritto delle Relazioni Industriali n. 1/2016.