

DALLA PRIMA RIVOLUZIONE
INDUSTRIALE ALL'INDUSTRIA 5.0: UN
PROCESSO DI EVOLUZIONE CICLICA O DI
SVILUPPO CASUALE?

Prof. Amedeo Lepore

RELATORE

Matr. Antonio Mirko Petrella

CANDIDATO

Indice

INTRODUZIONE.....	3
CAPITOLO 1: Dalle prime rivoluzioni industriali all'Industria 5.0.....	4
1.1 Le rivoluzioni industriali : l'evoluzione nel corso di oltre due secoli.....	4
1.1.1 La prima rivoluzione industriale.....	4
1.1.2 La seconda rivoluzione industriale e la crisi agraria in Europa.....	9
1.1.3 La terza rivoluzione industriale.....	13
1.2 La quarta rivoluzione industriale e l'Industria 4.0.....	20
1.3 La definizione dell'Industria 5.0: una maturazione dell'Industria 4.0 o un concetto distinto?.....	24
CAPITOLO 2: L'andamento ciclico dell'industrializzazione.....	29
2.1 Cicli Economici: caratteristiche fondamentali e principali modelli.....	29
2.2 Gli effetti ciclici dell'industrializzazione e le politiche economiche per attenuarne le criticità....	39
2.3 Una correlazione tra rivoluzioni industriali e cicli economici.....	44
CAPITOLO 3: L'Industria 5.0, la storia si ripete?	49
3.1 L'impatto dell'industria 5.0 sui parametri macroeconomici.....	49
3.2 Il ruolo dell'Industria 5.0 per un'economia sostenibile e circolare.....	51
3.3 Uno sguardo verso il futuro: dopo pandemia, guerre e crisi energetica, un nuovo paradigma di crescita?	55
CONCLUSIONI.....	63
BIBLIOGRAFIA.....	65

Introduzione

L'intreccio tra cicli economici e rivoluzioni industriali costituisce un capitolo essenziale nella storia economica, rispecchiando a pieno il costante susseguirsi di innovazioni e cambiamenti profondi nella struttura economica mondiale.

Le rivoluzioni industriali sono epoche di forti cambiamenti tecnologici e strutturali. Esse hanno lanciato il mondo verso nuovi orizzonti di possibilità e complessità, gettando le basi per il volto mutevole della società moderna. Oggi si parla di industria 5.0, ultimo paradigma nella nostra società che ha come caratteristiche peculiari l'attenzione verso la sostenibilità, la centralità del ruolo delle persone e la resilienza.

D'altro canto, i cicli economici attraverso le fasi di espansione e contrazione rappresentano il cuore pulsante dell'attività economica, influenzando la vita di individui, imprese e nazioni. Questi fenomeni apparentemente casuali sono il prodotto di numerose variabili che operano il palcoscenico economico globale.

Questa tesi si ripropone di dimostrare come l'evoluzione delle tecniche produttive e delle politiche economiche si intrecci con il susseguirsi di periodi di crescita e recessione, delineando le dinamiche mutevoli dell'economia globale. Inoltre, volgendo uno sguardo all'attualità, ha come fine ultimo il ricercare nelle rivoluzioni industriali passate un modo per analizzare come l'industria 5.0 possa influenzare il panorama economico mondiale.

L'elaborato è suddiviso in tre capitoli:

Il primo capitolo affronterà l'evoluzione storica delle rivoluzioni industriali, soffermando l'attenzione sulla quarta. A tal proposito, verrà poi analizzata la controversia di chi ritiene che l'industria 5.0 non possa essere considerata come l'evoluzione della precedente.

Il secondo capitolo introdurrà il concetto di ciclo economico esaminando i modelli riconosciuti dagli studiosi delle fluttuazioni economiche, tra cui l'austriaco Joseph Schumpeter (1883-1950) e il più recente Angus Maddison (1926-2010). Il capitolo si concluderà con un'analisi storico-economica delle rivoluzioni industriali passate.

Infine, nell'ultimo capitolo si riprenderà il concetto di industria 5.0 attualizzando l'idea espressa nel capitolo precedente e abbracciando il tema della sostenibilità. Il lavoro si concluderà con un'analisi sull'influenza effettiva dell'industria 5.0 (e delle politiche ad essa correlate) sui cicli economici, attraverso una prospettiva presente e futura.

CAPITOLO 1: Dalle prime rivoluzioni industriali all'Industria 5.0

1.1 Le rivoluzioni industriali : l'evoluzione nel corso di oltre due secoli

1.1.1 La prima rivoluzione industriale

Sin dall'alba dei tempi, l'uomo è l'essere vivente che più di tutti si è evoluto e di conseguenza distinto dalle altre specie che popolano il nostro mondo. Tuttavia, quest'evoluzione non è stata così repentina ma è durata migliaia di anni; nel corso dei millenni è riuscito sempre più a guardare oltre il proprio naso e a giungere a scoperte che mai si sarebbe immaginato.

In particolare, la prima rivoluzione industriale è considerata uno dei punti di svolta più importanti della storia umana, una grande pietra miliare nel divenire tappa fondamentale della società contemporanea.

Terminata nella metà del diciannovesimo secolo, ha avuto convenzionalmente il suo esordio nel 1760 in Inghilterra, anche se l'espressione rivoluzione industriale viene introdotta per la prima volta alla fine del XIX secolo da alcuni commentatori francesi; secondo il sociologo Raymond Williams (1921-1988) è modellata in analogia con il termine Rivoluzione francese¹.

Il termine rivoluzione industriale è composto da due parole: rivoluzione, che dopo la Glorious Revolution (1688), e poi appunto la Rivoluzione Francese, assunse il significato di «qualsiasi processo storico o movimento, anche non violento e protratto nel tempo, attraverso il quale si determini un radicale mutamento di fatto delle strutture economico-sociali o di particolari settori di attività»²; industria “per la quale si dovrà prescindere dal suo significato originario di operosità, ingenerosità, diligenza...identificandolo invece in quell'universo composto di fisicità e di attori umani destinato alla trasformazione di materie prime e/o di semilavorati in prodotti finiti. Le sue cellule elementari, le fabbriche, erano luoghi diversi dai luoghi di vita, in cui addetti, proprietari dei mezzi di produzione, tecnici e operai cooperavano a titolo diseguale, i primi per massimizzare i profitti, gli altri per salari più dignitosi e migliori condizioni di lavoro”³

Tuttavia, il termine raggiunse la sua piena affermazione nel 1884, dallo storico ed economista Arnold Toynbee⁴ (1852-1883) attraverso la pubblicazione postuma delle sue *Conferenze sulla rivoluzione industriale in Inghilterra*.

Egli introdusse una visione della macchina come forza determinante della storia, descrivendo come essa abbia plasmato anche la rivoluzione industriale e la successiva crisi delle relazioni industriali.

¹ Williams, R., & Grendi, M. T. (1968). *Cultura e rivoluzione industriale: Inghilterra 1780-1950*. G. Einaudi.

² Vocabolario della lingua italiana dell'istituto della Enciclopedia italiana

³ Mori, G. (2002). *La rivoluzione industriale vista dal secolo XXI*. Studi Storici, 43(2), 421-442. <http://www.jstor.org/stable/20567141>

⁴ Toynbee, che ha dedicato gran parte della propria breve vita alla comprensione delle origini dello squallore urbano di East London dalla sua posizione di insegnante di Storia moderna al Balliol College, si è formato grazie alle esperienze trascorse nei bassifondi dell'est di Londra, dove ha lavorato (anche se fuggacemente) durante le vacanze universitarie. Questa esperienza in prima persona ha avuto su di lui un'influenza decisiva.

Tra le cause (o premesse) della Rivoluzione Industriale in Inghilterra assumono un'importanza chiave: la crescita demografica, la rivoluzione agraria, il commercio e la rivoluzione dei trasporti.

Nell'Europa preindustriale il vecchio regime demografico fu caratterizzato da un equilibrio precario, dovuto da un'alta mortalità, soprattutto infantile. Nel corso dei decenni associati alla rivoluzione industriale inglese, si verificarono cambiamenti nella crescita della popolazione e nell'aspettativa di vita, dovuti ai cambiamenti dei fattori di fertilità e mortalità. La crescita della popolazione aumentò in Inghilterra intorno al 1700 e continuò ad espandersi fino a raggiungere un picco dell'1,36% annuo nel periodo dal 1791 al 1831⁵. Tali cambiamenti sono conosciuti con il termine “transizione demografica” (tra il 1600 e 1800 si stima che la popolazione nella nazione inglese sia quadruplicata).

Tabella 1.1 TOTALE DELLA POPOLAZIONE INGLESE 1681-1871

Anno	Popolazione	Tasso di crescita composto
1681	4.930.385	
1686	4.864.762	-0,27
1691	4.930.502	0,27
1696	4.961.692	0,13
1701	5.057.790	0,38
1706	5.182.807	0,49
1711	5.230.371	0,19
1716	5.275.978	0,17
1721	5.350.465	0,28
1726	5.449.957	0,37
1731	5.263.374	-0,69
1736	5.450.392	0,7
1741	5.576.197	0,46
1746	5.634.781	0,21
1751	5.772.415	0,48
1756	5.993.415	0,75
1761	6.146.857	0,51
1766	6.277.076	0,42
1771	6.447.813	0,54
1776	6.740.370	0,89
1781	7.042.140	0,88
1786	7.289.039	0,69
1791	7.739.889	1,21
1796	8.198.445	1,16
1801	8.664.490	1,11
1806	9.267.570	1,35
1811	9.885.690	1,3
1816	10.651.629	1,5
1821	11.491.850	1,53
1826	12.410.995	1,55
1831	13.283.882	1,37
1836	14.105.979	1,21
1841	14.970.372	1,2
1846	15.933.803	1,26
1851	16.736.084	0,99
1856	17.763.920	1
1861	18.937.536	1,29
1866	20.166.668	1,27
1871	21.500.720	1,29

Fonte: Wrigley, E. A., & Schofield, R. S. (1989). *The population history of England 1541-1871*. Cambridge University Press.

⁵ Khan, A. (2008). The industrial revolution and the demographic transition. *Business Review*, 1,9-15.

La transizione demografica coinvolge quattro fasi: la prima fase, sia la fertilità che la mortalità sono elevate e la crescita della popolazione è bassa. La seconda fase, nella quale la mortalità comincia a diminuire per prima, seguita poi dalla decrescita della fertilità della terza. La quarta fase, nella quale sia la mortalità che la fertilità si stabilizzano su livelli bassi, e la crescita della popolazione è ancora una volta scarsa (anche se il livello della popolazione è ora aumentato)⁶. La transizione in Inghilterra riuscì ad essere ancora più efficace, in quanto il livello iniziale di fertilità è già di suo più elevato. La riduzione del tasso di mortalità fu probabilmente causata da diversi fattori:

- Il miglioramento delle condizioni igieniche, sia pubbliche che private, assieme a una più adeguata alimentazione, contribuì a rafforzare le difese immunitarie dell'organismo umano.
- L'alimentazione diventò più regolare, diversificata e abbondante. Ciò fu reso possibile dalla possibilità di trasportare a distanza i viveri grazie alla costruzione di infrastrutture adeguate
- Aumento della disponibilità di cure mediche comprese vaccinazioni che permisero la riduzione della mortalità infantile⁷

Il concetto di fertilità va invece di pari passo con il termine "crescita economica": a tal proposito sono state analizzate due teorie. Una prima, definita "teoria guidata dalla tecnologia", ritiene che i miglioramenti tecnologici durante la seconda rivoluzione industriale aumentino il ritorno degli investimenti di capitale umano, riducendo la mortalità e inducendo una diminuzione della fertilità, poiché le persone investivano nella qualità dei loro figli. Ciò ha migliorato il tenore di vita, ma allo stesso tempo ha anche innalzato il costo della procreazione, contribuendo alla diminuzione del numero di figli per famiglia nel corso del tempo. La seconda teoria, chiamata "teoria guidata dalla demografia" sostiene che la riduzione della fertilità ha avuto un ruolo significativo nello sviluppo economico, migliorando le risorse disponibili per ciascun individuo e di conseguenza contribuendo al miglioramento delle condizioni per famiglia.⁸

Secondo lo storico inglese Jonathan David Chambers (1898-1970), l'aumento della popolazione contribuì ad una notevole prosperità nel settore agrario. La crescita, infatti, può stimolare la domanda di prodotti agricoli, generando maggiore reddito per gli agricoltori. Inoltre, crea maggiore offerta di manodopera a buon mercato per l'industria e può a sua volta tradursi in risparmi e investimenti più elevati, sia nell'agricoltura stessa che in settori correlati come i trasporti⁹. Fu proprio la trasformazione nel settore dei trasporti, insieme ad un commercio sempre più sviluppato, a rappresentare un elemento determinante nel processo di industrializzazione iniziale della Gran Bretagna. Il commercio ha assunto un ruolo chiave nelle origini della sua rivoluzione industriale, poiché grazie allo smoderato interesse mercantile verso il profitto commerciale e la conquista di nuovi mercati, è riuscita a prevalere nello scontro con potenziali rivali economici, come la Francia¹⁰. A tal proposito, lo storico vittoriano John Seeley (1834-1895) ha pertanto affermato che «la storia

⁶ Khan, A. (2008). The industrial revolution and the demographic transition. *Business Review*, 1,9-15.

⁷ De Simone, E., (2014). Storia economica. *Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli

⁸ Khan, A. (2008). The industrial revolution and the demographic transition. *Business Review*, 1, 9-15.

⁹ J.D: Chambers. (1960). *The Vale of Trent*.

¹⁰ Hobsbawm, Eric J., Luigi Occhionero. (1961). Le Origini Della Rivoluzione Industriale Britannica. *Studi Storici* 2, no. 3/4, 496–516. <http://www.jstor.org/stable/20563210>.

dell'Inghilterra non si svolse in Inghilterra ma in America e in Asia¹¹» l'esempio più rilevante è l'esportazione di cotone, soprattutto in America e in India, che tra il 1780 e il 1820 aumentò esponenzialmente (Tabella 1.2). Il paese, dal punto di vista interno invece, vide sorgere sia un sistema di canali marittimi con conseguente aumento di capacità di comunicazione interna, sia la costruzione di strade ferrate che stimolarono la creazione della locomotiva a vapore.

Tabella 1.2 STRUTTURA DEL COMMERCIO BRITANNICO DI MERCI IN PERCENTUALE, 1710-1913

	Europa	Asia	Africa	Nord America	Indie Orientali	Australia	Centro-Sud America
	Importazioni						
1710	63,4	6,9	0,4	7,3	21,7	0,0	0,1
1774	46,1	11,4	0,4	12,5	29,3	0,0	0,3
1820	26,8	24,6	0,5	14,6	26,0	0,0	7,5
1913	40,7	15,7	3,0	22,6	0,8	7,6	9,6
	Esportazioni						
1710	87,6	2,1	1,2	5,1	3,4	0,0	0,6
1774	58,5	3,9	6,0	21,5	10,0	0,0	0,1
1820	61,8	7,1	1,1	11,7	9,0	0,0	9,3
1913	37,4	22,7	6,4	13,5	1,0	10,3	8,7

Fonte: Maddison, A. (2001). *A millennial perspective*. OECD.

È noto, infatti, che è stata proprio l'invenzione (e il successivo perfezionamento tra il 1765 e il 1781 di J. Watt¹²) della macchina rotativa a vapore, insieme a nuove tecniche metallurgiche e tessili, a dare avvio alla rivoluzione: la giannetta costruita dal tessitore J. Hargreaves (1720-1779) nel 1764, il telaio meccanico di R. Arkwright (1732-1792) nel 1768¹³. La macchina a vapore, grazie ai miglioramenti rispetto alla precedente macchina di Newcomen, portò ad avere un ciclo più efficiente del precedente che, con un notevole incremento dell'estrazione di carbone, trasformò l'industria, l'agricoltura e i trasporti e permise la produzione e lo scambio di beni su una scala precedentemente impensabile, con conseguente maggior lavoro per gli operai. Il materiale di origine fossile regna indubbiamente sovrano grazie alla propria efficienza. Alla metà del '700 il legno forniva buona parte del fabbisogno energetico pro-capite e risultava essere ancora il più utilizzato; nel frattempo, nel corso del secolo, l'estrazione del combustibile in Gran Bretagna passò da tre a quindici milioni di tonnellate e il suo utilizzo divenne sempre più ampio. Basti pensare che solo una tonnellata di carbone produca una quantità di energia pari al 10% di tutto il legname proveniente da terreni arabili presenti nel continente Europeo in quel periodo¹⁴. Il suo utilizzo determinò una notevole crescita nel settore metallurgico, grazie anche all'innovazione di Henry Cort (1740-1800), che nel 1784 mise a punto un sistema di puddellaggio¹⁵ e laminazione per produrre ferro a partire dalla ghisa. Si venne quindi a costituire un primo vero e proprio sistema di fabbrica che

¹¹ Seeley, J. R. (1909). *The expansion of England: two courses of lectures*. London, Macmillan.

¹² Enciclopedia Treccani (2014). *Rivoluzione Industriale*. [online]. <https://www.treccani.it/enciclopedia/rivoluzione-industriale/>

¹³ Enciclopedia Treccani (2014). *Rivoluzione Industriale*. [online]. <https://www.treccani.it/enciclopedia/rivoluzione-industriale/>

¹⁴ Umberto Eco, a cura di (2014). *Storia della civiltà europea*. EncycloMedia

¹⁵ Dal dizionario Treccani: "Vecchio metodo di affinazione della ghisa in acciaio basato sull'ossidazione del carbonio, silicio, manganese, fosforo, contenuti nella ghisa stessa, per azione prevalente dell'ossido di ferro presente nella suola del forno e in minor misura per effetto dell'ossigeno dell'aria che entra nel forno medesimo".

contrappose padroni e operai: masse di lavoratori dalla campagna si trasferirono in città alla ricerca di nuove opportunità. Tuttavia, si trovarono ad affrontare condizioni di notevole sfruttamento (si stima che il lavoro poteva raggiungere le 16 ore giornaliere), e non furono risparmiati donne e bambini¹⁶. Nel complesso, se la Gran Bretagna è diventata un'importante potenza militare, lo deve alla propria struttura governativa che assunse il ruolo di attore economico più rilevante, caratterizzato da un apparato fiscale ottimizzato, una burocrazia avanzata e da un "inasprimento" della pressione fiscale. Lo stato investiva maggiormente nella propria spesa pubblica, aumentando sia le proprie imposizioni fiscali sia l'indebitamento a breve termine nei mercati finanziari. Queste politiche crearono anche una significativa redistribuzione del reddito a favore dei banchieri. Le classi meno abbienti, un po' a causa della corruzione che dilagava all'interno del vecchio ordine politico, un po' a causa dello sfruttamento, furono indotte ad organizzare movimenti di protesta di massa. Scioperi, unioni di mestiere come Trade Unions, società di mutuo soccorso e sindacati furono la risposta¹⁷. Nel complesso, quindi, non è scorretto dire che la prima rivoluzione industriale ha influenzato lo stile di vita delle persone.

Tabella 1.3 CONTRIBUTI SETTORIALI ALLA PRODUTTIVITA': CRESCITA ANNUA IN PERCENTUALE (1780-1860)

	Quota	Produttività	Contributo
Cotone	0.070	2.6	0.18
Lana pettinata	0.035	1.8	0.06
Lana	0.035	0.9	0.03
Ferro	0.020	0.9	0.02
Canali	0.070	1.3	0.09
Spedizioni	0.060	2.3	0.14
Settori moderni	0.330	1.8	0.52
Agricoltura	0.270	0.4	0.12
Tutti gli altri	0.850	0.6	0.55
Totale	1.450		1,19

Note: la Quota rappresenta l'importanza relativa in percentuale del settore specifico nell'economia totale. La Produttività è rappresentata dal tasso annuo percentuale di crescita del settore specificato nel periodo di riferimento. Il Contributo misura l'effetto cumulativo della crescita della produttività di un settore sulla crescita della produttività complessiva dell'economia. Questo valore è calcolato moltiplicando la crescita della produttività per la quota del settore.

Fonte: Floud, R. and McCloskey, D., eds. 1981. The Economic History of Britain since 1700, I, 1700–1860. Cambridge.

Tabella 1.4 TASSI DI CRESCITA DEL PIL PRO CAPITE EUROPEO (% PER ANNO)

	1500-1700	1700-1750	1750-1820	1820-1870
Gran Bretagna	0,12	0,35	0,2	1,25
Olanda	0,24	0,0	-0,02	0,83
Belgio	0,09	0,19	0,02	1,44
Italia	-0,08	0,14	-0,22	0,61
Spagna	-0,02	-0,10	0,10	0,27
Svezia	0,02	0,03	0,1	0,65

Fonte: Floud, R., Humphries, J., & Johnson, P. (Eds.). (2014). The Cambridge Economic History of Modern Britain: Volume 1, Industrialisation, 1700–1870. Cambridge University Press.

¹⁶ De Simone, E., (2014). Storia economica. *Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli

¹⁷ Enciclopedia Treccani (2014). *Rivoluzione Industriale*. [online]. <https://www.treccani.it/enciclopedia/rivoluzione-industriale>

1.1.2 La seconda rivoluzione industriale e la crisi agraria in Europa

Nel paragrafo precedente è stato precisato che l'espressione "Rivoluzione industriale" viene usata per la prima volta diversi anni dopo l'inizio della stessa: se la rivoluzione industriale ebbe luogo in Inghilterra tra il 1760 e 1830, perché l'espressione rimase assente dall'uso inglese fino a tanto tempo dopo? Ci sono almeno due risposte a questa domanda. La prima, riguarda lo stile intellettuale di Toynbee. Nato nel 1852 in un periodo di apice dell'età vittoriana, aveva uno stile unico che rifletteva il contesto sociale britannico. Egli ha potuto combinare elementi teorici, storici e riformatori, distinguendo così il suo lavoro. La propria capacità di affrontare i problemi sociali dell'industrializzazione gli ha sicuramente conferito una prospettiva privilegiata sulla Rivoluzione Industriale.

La seconda, fa riferimento alla congiuntura economica favorevole del periodo postbellico degli anni '50 dell'800. Durante il boom economico del dopoguerra c'è stato un nuovo interesse per la Rivoluzione Industriale, vista come un precedente eroico per il recente decollo tecnologico. Inoltre, gli enormi progressi tecnologici della seconda Rivoluzione industriale a partire dal 1870, hanno influenzato le prospettive storiografiche precedenti, portando a una riflessione storica sulla Rivoluzione Industriale originale. La prospettiva britannica, in particolare, ha subito un'introspezione nazionale a causa della comparazione con gli sviluppi industriali dei suoi rivali durante le esposizioni internazionali, evidenziando la crescente competenza straniera e suscitando ansie sulla debolezza relativa delle prospettive industriali e commerciali britanniche¹⁸.

Ne consegue che, se è vero che la Gran Bretagna è stata la principale promotrice della prima rivoluzione industriale, seguita poi da Francia, Belgio e parte della Germania, la seconda si intensificò all'interno del paese tedesco, poi in tutta Europa, fino a raggiungere oltreoceano Stati Uniti e Giappone¹⁹.

Il periodo interessato è circoscritto tra la seconda metà dell'Ottocento e la fine della Seconda guerra mondiale, con uno sguardo prevalente sul periodo che anticipa la Prima guerra mondiale.

Tabella 1.5 TASSI DI CRESCITA DEL PRODOTTO INTERNO LORDO (% PER ANNO)

	1500-1820	1820-70	1870-1913	1913-50
Austria	0,33	1,45	2,41	0,25
Francia	0,39	1,27	1,63	1,15
Germania	0,37	2,01	2,83	0,3
Italia	0,21	1,24	1,9	1,49
Olanda	0,56	1,7	2,16	2,43
Norvegia	0,54	1,7	2,12	2,93
Svizzera	0,5	1,85	2,43	2,6
Gran Bretagna	0,8	2,05	1,9	1,19
URSS	0,47	1,61	2,4	2,15
Stati Uniti	0,86	4,2	3,94	2,84
Messico	0,14	0,44	3,38	2,62
Giappone	0,31	0,41	2,44	2,21
Cina	0,41	-0,37	0,56	-0,02
India	0,19	0,38	0,97	0,23
Mondo	0,32	0,93	2,11	1,85

Fonte: Maddison, A. (2001). *A millennial perspective*. OECD.

¹⁸ Wilson, Daniel C. S. (2014). *Arnold Toynbee and the Industrial Revolution: The Science of History, Political Economy and the Machine Past*. History and Memory 26, no. 2, 133–61. <https://doi.org/10.2979/histmemo.26.2.133>.

¹⁹ T S Ashton. (1961). *The Industrial Revolution*. Oxford University Press.

La seconda Rivoluzione Industriale inizia con una premessa non da poco: dal 1873 al 1896 ci fu un lungo periodo di depressione. Questo arco di tempo è caratterizzato da una crisi di sovrapproduzione: l'offerta di beni e servizi aumenta ma la domanda risulta essere insufficiente, si produce troppo in rapporto a quel che si riesce a vendere. Ad andare in crisi fu soprattutto l'agricoltura, motivata dai progressi dei decenni precedenti. In seguito allo sviluppo dei mezzi di comunicazione, i prezzi presero una certa uniformità; «all'inizio non si era compreso che, facilitati gli scambi e i trasporti, reso possibile alle correnti d'emigrazione di trasferirsi nelle più remote regioni del globo e ai prodotti di queste di concorrere all'approvvigionamento di ogni paese per quanto lontano, il mercato si andava a grado a grado trasformando da nazionale in mondiale²⁰.» L'Europa Occidentale dovette prima lottare contro la concorrenza degli Stati Balcanici e della Russia, successivamente con quella degli Stati Uniti, che stavano diventando sempre di più una grande potenza mondiale: le vaste pianure del territorio offrivano terreni fertili e adatti alla coltura, facilitando una produzione agricola in grande scala con costi minimi. La costruzione rapida di una rete ferroviaria e l'uso di battelli a vapore permisero il trasporto efficiente di persone e merci a costi molto bassi. I terreni, in parte concessi a prezzo di saldo, garantirono profitti considerevoli agli agricoltori. La coltivazione intensiva, con l'uso di macchinari moderni, consentì la produzione di raccolti abbondanti a costi di produzione molto bassi. Gli agricoltori americani adottarono pratiche innovative e mantennero una connessione costante con l'ambiente circostante²¹.

Oltre gli Stati Uniti anche Canada, Argentina, Cile, India e Australia inondarono di prodotti agricoli l'Europa. L'accesa rivalità causò inequivocabilmente una riduzione del prezzo. Solo in Italia il prezzo medio minimo del grano scese fino a 22 lire nel 1887 rispetto alle 28 del decennio precedente²². Di conseguenza l'Europa fu caratterizzata da una riduzione del prezzo dei terreni e un crescente indebitamento della proprietà che, insieme all'abbassamento di altri prodotti (tra questi lana, tabacco, lino, canapa, carni e latticini), all'aumento di spese per la produzione agricola e una serie di cattivi raccolti, portarono il continente in crisi.

I paesi europei vararono politiche protezionistiche: i dazi doganali, cioè tasse sotto forma di sovrapprezzo su prodotti importati dall'estero e, allo stesso tempo, decisero di riprendere politiche colonialistiche, principalmente in Asia o Africa, per acquisire nuove risorse naturali, per aver accesso a nuovi mercati e per poter competere con le altre potenze europee.

Ciononostante, nel complesso l'economia fu caratterizzata da un trend positivo: paesi come Stati Uniti e Germania crescevano ad un ritmo sostenuto, sfruttando le innovazioni che man mano si stavano insediando. Infatti, alla depressione seguì una congiuntura economica espansiva, denominata Belle Époque, che si concluse con l'inizio della Prima guerra mondiale. L'industria seppe rinnovarsi grazie all'introduzione di nuovi prodotti, alla creazione di molteplici settori e al rinnovamento del proprio modo di produrre, cambiando la vita delle

²⁰ Manfredi, Vittorio.(1899) La crisi agraria in Europa. Rivista Internazionale Di Scienze Sociali e Discipline Ausiliarie 21, no. 82 ,161–80. <http://www.jstor.org/stable/41579545>.

²¹ Manfredi, Vittorio.(1899) La crisi agraria in Europa. Rivista Internazionale Di Scienze Sociali e Discipline Ausiliarie 21, no. 82 ,161–80. <http://www.jstor.org/stable/41579545>.

²² *Annuario statistico italiano*, (1897), pag.139

persone: si iniziò a godere maggiormente i piaceri del tempo libero. Uno degli indici della rapida industrializzazione delle maggiori potenze mondiali è costituito dall'indice della produzione industriale.²³

Si assume come riferimento, per ciascun paese, l'indice uguale a 100 nel 1913

Tabella 1.6 INDICE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE 1860-1913

	1860	1870	1880	1890	1900	1910	1913
Gran Bretagna	34	44	54	65	76	85	100
Francia	26	31	38	49	64	89	100
Germania	14	16	21	37	60	86	100
Stati Uniti	8	12	21	36	55	84	100

Fonte: Taylor. (1971). pag. XXXI.

Così come per la prima rivoluzione industriale, una delle condizioni di crescita economica risiedeva nell'aumento della popolazione, che registrò una crescita di circa il 40% tra il 1850 e 1914. Tutto ciò fu dovuto principalmente al miglioramento delle condizioni igieniche (ad esempio, la costruzione di acquedotti e fognature) e ai progressi della medicina, che portarono come conseguenza una diminuzione del tasso di mortalità. L'incremento demografico provocò una sovrappopolazione delle campagne e pertanto uno spostamento verso le città²⁴. Si verificò un'intensa urbanizzazione, le città crebbero e cambiarono: si estesero le aree urbane, tuttavia emersero problemi relativi all'urbanizzazione (es. la necessità di illuminazione stradale o sistemi di trasporto pubblico). La popolazione, allo stesso tempo, divenne più istruita.²⁵ Lo sviluppo dei trasporti fu caratterizzato da ferrovie più veloci, grazie allo sviluppo del gasolio (ottenuto mediante distillazione del petrolio). Con la sua applicazione attraverso il motore Diesel, le navi a vapore superarono quelle a vela grazie anche ad innovazioni come l'elica a tre pale; inoltre, si introdussero le navi di ferro, più grandi delle precedenti navi di legno, che modificarono l'infrastruttura portuale. Il petrolio, definito anche "oro nero" per rarità e valore, divenne la fonte di energia che tra il XIX e XX secolo iniziò a competere e alla fine prese il sopravvento sul carbone. Estratto per la prima volta nel 1859, anche se conosciuto già nell'antichità, all'inizio aveva un mercato parecchio disorganizzato. La creazione della Standard Oil Co. da J.D. Rockefeller (1839-1937) permise di occuparsi di tutte le fasi successive alla sua produzione (dalla raffinazione al commercio) e trovò applicazione nello sviluppo dell'industria meccanica, dei lubrificanti e del motore a scoppio²⁶. L'automobile iniziò a prendere piede proprio con il motore a scoppio, e dopo la Grande Guerra, la sua produzione in serie stimolò lo sviluppo di altre industrie e la costruzione di strade e autostrade. Il primo aeroplano fu inventato proprio in questi anni, precisamente nel 1903 dai fratelli Wright. Nei successivi anni si assistette a un progresso sempre più veloce fino alla Prima Guerra Mondiale, quando fu inizialmente impiegato

²³ Enciclopedia Treccani. (2004). [online] *La seconda rivoluzione scientifica: fisica e chimica*. storia della scienza

²⁴ De Simone, E., (2014). *Storia economica. Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli

²⁵ De Simone, E., (2014). *Storia economica. Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli

²⁶ Enciclopedia Treccani, *Petrolio*, [on line]

per la ricognizione aerea, successivamente come caccia e infine per le operazioni di bombardamento. Si dové aspettare la fine del conflitto per vedere l'impiego degli aerei nel trasporto della posta e dei passeggeri.²⁷

Gli altri tre settori di profondo rinnovamento furono l'acciaio, l'elettricit  e la chimica. Il primo divenne pi  economico da produrre e inizi  a comparire piano piano dappertutto. Tra le realizzazioni che pi  incarnano questo avanzamento spicca la Torre Eiffel, edificata nel 1889 in occasione del centenario della Rivoluzione francese e dell'Esposizione Universale tenutasi proprio quell'anno a Parigi.

Le capacit  dell'energia elettrica erano gi  note ad inizio del XIX secolo. La prima applicazione efficace dell'elettricit  non avvenne nella distribuzione di energia, ma nella comunicazione: il telegrafo, un'invenzione a cui contribuirono vari inventori. Tra questi, S.T. Von Semmering, che ne espose le potenzialit  nel 1810; William Cooke, che registr  un brevetto per un sistema di trasmissione di messaggi (1837); e Samuel Morse, che elabor  il codice a lui intitolato e rendeva fattibile il sistema (1840). Al telegrafo segu  il telefono, sviluppato da Antonio Meucci (1871) ma sfruttato commercialmente da Alexander Bell, la radio, inventata da Guglielmo Marconi (1896) e il radar perfezionato nella prima met  del Novecento²⁸. Prima che si potesse utilizzare l'energia elettrica come mezzo principale di trasmissione e di utilizzo, era necessario trovare un modo efficiente per generarla a partire da altre fonti energetiche; dispositivi per trasformare l'elettricit  di nuovo in potenza cinetica. Nonostante il fisico Humphrey Davy avesse gi  mostrato nel 1808 come l'elettricit  potesse alimentare una lampada ad arco, solo nel 1870 il belga Z.T. Gramme costru  una dinamo ad anello, che produceva una corrente continua stabile senza surriscaldarsi.²⁹ Edison permise l'applicazione di questo modello grazie all'invenzione della lampadina elettrica (1878), successivamente perfezionata dall'italiano Alessandro Cruto, che ne ha migliorato l'efficienza e la durata³⁰.

Anche la chimica ha impatto su numerosi settori, come l'industria farmaceutica, con la nascita delle prime industrie dedicate alla produzione di medicinali destinati al consumo familiare; l'industria delle vernici, o ancora quella dei fertilizzanti; dei tessuti poich  vengono per la prima volta utilizzati fibre tessili sintetiche e artificiali, della conservazione dei prodotti alimentari, coloranti e della soda. Nell'esplosivo, la dinamite, scoperta da Alfred Nobel, fu usata nella costruzione di tunnel, strade, pozzi petroliferi e cave, mentre per agevolare la vita di tutti i giorni, furono inventate le prime materie plastiche sintetiche e la gomma, che permise alle prima citate autovetture o alle biciclette di circolare³¹.

Questi nuovi settori iniziarono a trainare l'economia, tanto da far crescere anche i salari ad un tasso pi  che proporzionale rispetto ai prezzi. Ci  comport  un aumento di benessere generale, che si tradusse in aumento di acquisti di beni di consumo pro-capite. La societ  inizi  a diventare la cosiddetta "societ  di massa", caratterizzata da un'omogeneizzazione dei consumi, nella quale l'individuo perde la propria autonomia e diventa facilmente manipolabile. A tal proposito si assistette ad un mutamento sociale che inizi  con la

²⁷ De Simone, E., (2014). *Storia economica. Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli

²⁸ Mokyr, J., & Strotz, R. H. (1998). *The second industrial revolution, 1870-1914*. Storia dell'economia Mondiale, 21945(1).

²⁹ Joel Mokyr. (1990). *The Lever of Riches*.

³⁰ Fabricatore Giulio. (2008). *La lampadina elettrica: una storia anche italiana*. Storia dell'ingegneria, Atti del secondo Convegno Nazionale. Cuzzolin Editore, 211-221.

³¹ De Simone, E., (2014). *Storia economica. Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli

nazionalizzazione delle masse, laicizzazione della scuola, introduzione dei primi quotidiani ed estensione del diritto di voto.

Il consumo di massa si tradusse in uno dei cambiamenti più importanti della seconda Rivoluzione Industriale: la produzione in serie; affinché si poté produrre a ritmi così sostenuti, si impose il modello produttivo della catena di montaggio. Questa fu un'invenzione dell'ingegnere americano Frederick Taylor (1856-1915), che divise il lavoro in tanti passaggi elementari, divisi appunto tramite catena di montaggio e cronometrati affinché si riuscisse a lavorare con la massima efficienza. Ogni operaio venne addestrato e selezionato sulla base delle capacità e competenze che possiede. Questo approccio era visto come un beneficio non solo per le singole imprese, che potevano aumentare i loro profitti, ma anche per i lavoratori, che potevano essere retribuiti di più grazie all'aumento della produttività. A un livello più ampio, il miglioramento dell'efficienza operativa si traduceva in prezzi più bassi per i beni, rendendo i prodotti più accessibili e migliorando lo standard di vita. Allo stesso tempo, l'incremento della produzione contribuì alla crescita economica complessiva. All'epoca di Taylor c'era una forte enfasi sul progresso e sullo sviluppo economico come mezzi per promuovere il "bene della nazione" e il suo modello si inseriva perfettamente in questo contesto, con la promessa di trasformare le imprese e l'economia attraverso l'efficienza e l'innovazione. Taylor credeva inoltre in un approccio etico alla gestione, che considerava l'equità e il benessere dei lavoratori come elementi fondamentali del successo di un'impresa. Il suo modello rappresentava l'idea che migliorare l'efficienza del lavoro e la gestione delle imprese avrebbe portato beneficio non solo ai singoli individui o aziende, ma alla società nel suo insieme, contribuendo così al "bene della nazione"³².

Henry Ford (1863-1947) fu uno dei primi ad applicare le teorie di Taylor, creando una propria concezione di produzione chiamata Fordismo, che aggiunge un'idea imprenditoriale, alzando i salari degli operai affinché potessero diventare suoi clienti. Questi modelli, inizialmente diffusi negli Stati Uniti d'America arrivarono in Europa solo dopo la Prima guerra mondiale.

1.1.3 La terza rivoluzione industriale

Il termine "Terza Rivoluzione Industriale" si riferisce ad un ampio sconvolgimento, etichettato anche come "rivoluzione dell'efficienza". Da un lato riconosciamo una visione ristretta che si riferisce solo al cambiamento dell'energia e delle relative tecnologie, dall'altro, si sostiene una visione più ampia si riferisce all'idea che i cambiamenti in atto comprendano anche un'evoluzione allargata che coinvolge l'intera infrastruttura tecnologica, ecologica, governativa e sociale di una società.³³

Per distinguere ogni rivoluzione industriale, gli storici hanno spesso ipotizzato una coerenza tra forme di energia, materiali, tecniche di trasporto e settori di consumo: è infatti noto che ogni rivoluzione industriale

³² Riccardo Giorgio Zuffo. (2013). *Lo "Spirito del tempo" del volume "Principles of Scientific Management" di Frederick Winslow Taylor*. Ideologia e scienza in studi organizzativi , pp 9-31

³³ Janicke, Martin, and Klaus Jacob. (2013). *A third industrial revolution. Long-term governance for social-ecological change*. 47-71.

rappresenta un'epoca caratterizzata da profonde innovazioni tecnologiche e trasformazioni sociali ed economiche. La prima è rappresentata dall'invenzione della macchina a vapore, dall'utilizzo intensivo del carbone come fonte energetica, dalle ferrovie e dalle industrie tessili. La seconda è il risultato dell'interconnessione tra acciaio, elettricità, chimica, automobile e petrolio. Se per le prime due rivoluzioni industriali ci risulta chiaro il periodo di avvio, per quanto ne concerne la terza ci sono opinioni contrastanti: molti analisti ritengono che un cambiamento nella politica energetica sia fondamentale per definire una nuova fase rivoluzionaria, tanto da considerare come elemento chiave e necessario l'uso civile dell'energia nucleare, segnato da eventi come lo choc energetico del 1973 e lo sviluppo di centrali nucleari per scopi commerciali; per alcuni invece la seconda rivoluzione industriale non è ancora finita e probabilmente non lo sarà finché l'umanità non abbandonerà quasi del tutto l'energia fossile; per altri, la rivoluzione industriale non deve essere ridotta solo alle fonti di energia, ma deve includere le nanotecnologie, le biotecnologie, le tecnologie dell'informazione e le scienze cognitive (NBIC), aprendo all'umanità opportunità quasi illimitate, partendo dal boom economico degli anni '50 dei paesi con una fase di sviluppo industriale basata sulla scienza.³⁴

Diversi analisti identificano il 1974 come l'anno di inizio della terza Rivoluzione industriale, legata allo sviluppo delle tecnologie dell'informazione. Uno di loro in particolare, J. Greenwood sostiene che i cambiamenti chiave in parametri economici attorno al 1974, come la riduzione dei costi delle attrezzature e l'aumento dell'ineguaglianza dei redditi, indicano una rivoluzione industriale, sottolineando che il 60% della ricchezza prodotta dagli Stati Uniti nel dopoguerra deriva da nuove tecnologie, con un impatto paragonabile a quello della macchina a vapore o dell'elettrificazione³⁵. Cristiano Martorella, esperto dell'economia giapponese sostiene che le rivoluzioni industriali emergono come risposta a crisi economiche gravi, con la terza rivoluzione che risponde alla crisi petrolifera del 1973 che funge da catalizzatore. Questa fase si distingue per la sua focalizzazione sull'organizzazione del lavoro, trascurata dagli economisti e dagli storici ma evidenziata dai sociologi, che hanno definito i cambiamenti come l'avvento del postfordismo o toyotismo e dall'introduzione della produzione *just in time*. Questo nuovo modello produttivo basato sull'adattamento dell'offerta alla domanda e sulla riduzione dei tempi di produzione attraverso l'acquisto di componenti esterni mette in risalto la partecipazione dei lavoratori, la qualità totale e un'elevata autogestione, differenziandosi dal Fordismo-taylorismo³⁶, soprattutto determinando un superamento della standardizzazione e privilegiando invece l'offerta di una maggiore varietà di prodotti.

Storicamente, a prescindere dalla data di inizio, così come la seconda Rivoluzione industriale anche la terza Rivoluzione industriale ha inizio dopo un periodo di grande difficoltà per il mondo intero: la Grande Depressione e la Seconda guerra mondiale (1939-1945). La prima, detta anche Grande Crisi del '29 o Crollo di Wall Street, fu una crisi borsistica universale che a partire dagli Stati Uniti colpì quasi tutti i paesi capitalistici, coinvolgendo tutti i settori dell'economia. La risposta delle nazioni fu molto simile: applicarono

³⁴ Rocteur, Jeremy. (2023). *Rivoluzioni industriali*.

³⁵ Greenwood, J. (1997). *The third industrial revolution: Technology, productivity, and income inequality* (No. 435). American Enterprise Institute.

³⁶ R. Campa. (2007). *Considerazioni sulla Terza Rivoluzione Industriale*.

politiche protezionistiche e si rifecero quindi a idee keynesiane basate su un maggiore intervento dello stato. Dopo la Seconda guerra mondiale, che fece schizzare il debito pubblico delle nazioni a causa della distruzione di migliaia di edifici, infrastrutture e una carneficina da 50 milioni di vittime, il mondo vide una fase di espansione definita "età dell'oro" del capitalismo industriale. L'inizio della ripresa fu dettato dagli accordi di Bretton Woods del 1944, che crearono un sistema monetario internazionale, con tassi di cambio fissi; l'anno successivo si tenne la conferenza di Yalta, in cui si incontrarono gli esponenti di Stati Uniti, Unione Sovietica e Gran Bretagna. La Conferenza portò alla divisione del mondo in due zone d'influenza: americana e sovietica, situazione che rapidamente degenerò in una guerra fredda (confronto senza l'utilizzo di equipaggiamento bellico); lo stesso anno fu costituita l'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU), con lo scopo di promuovere la sicurezza globale. Nel 1947 si stabilirono gli accordi per il commercio internazionale e gli Stati Uniti avviarono il piano Marshall, anche noto come European Recovery Program (ERP). Il piano contribuì significativamente alla ripresa economica dell'Europa, aiutando i paesi a raggiungere e superare i livelli di produzione prebellici e a ridurre la disoccupazione. Il presidente Truman nell'aprile del 1948 istituì l'organo principale per la realizzazione del piano, l'Economic Cooperation Administration (ECA), mirato a gestire i finanziamenti allocati ai vari Paesi europei. Nello specifico tra il 1948 e il 1951 gli Stati Uniti stanziarono 12,5 miliardi di dollari per la ripresa, attraverso l'incentivo della produzione, concessione di prestiti a fondo perduto e acquisto di macchinari per lo sviluppo.³⁷ Gli obiettivi erano: l'aumento della produzione europea, l'espansione del commercio estero, il raggiungimento della stabilizzazione finanziaria e lo sviluppo della cooperazione economica, in particolare attraverso quello che nel 1950 sarebbe diventato l'Unione Europea dei Pagamenti (EPU). Tra i paesi che ne trassero maggior vantaggio figurano Francia, Germania Ovest, Inghilterra e Italia. Durante le elezioni politiche italiane del 1948, l'influenza degli Stati Uniti risultò decisiva. Il rilascio dei finanziamenti fu condizionato al trionfo della Democrazia Cristiana, che si confrontava direttamente con le forze di sinistra unite nel Fronte Democratico Popolare. Il Piano in soli quattro anni ha portato a un incremento del 32% della produzione dell'Europa occidentale, dell'11% della produzione agricola e del 40% della produzione industriale generando molteplici storie di aziende salvate grazie alle pratiche introdotte dal piano.³⁸ Esso ha solo stimolato la ripresa economica, ma ha anche avuto un profondo impatto politico, promuovendo la liberalizzazione del commercio e riforme di mercato, e aiutando a stabilire un nuovo "contratto sociale" tra lavoratori, imprese e governi. Ha inoltre rafforzato le relazioni transatlantiche in un periodo critico e ha favorito la pace e la cooperazione in un continente storicamente segnato da conflitti, contribuendo alla costruzione di legami sociopolitici noti come "Occidente".³⁹ Questo periodo ha segnato l'inizio di un'era di prosperità senza precedenti per l'Europa, caratterizzata dall'assenza di gravi recessioni economiche e da tassi di crescita annui del 4,8%, più che raddoppiati rispetto a qualsiasi altro momento storico.⁴⁰

³⁷ Crafts, N. F. R. (2011). *The Marshall Plan: a reality check*. Working Paper. Coventry, UK: Department of Economics, University of Warwick.

³⁸ Magid, J. (2012). *The Marshall Plan*. *Advances in Historical Studies*, 1(01), 1.

³⁹ Weissman, A. D. (2013). *Pivotal Politics—The Marshall Plan: A Turning Point in Foreign Aid and the Struggle for Democracy*. *The History Teacher*, 47(1), 111–129.

⁴⁰ Magid, J. (2012). *The Marshall Plan*. *Advances in Historical Studies*, 1(01), 1.

Tabella 1.7 TASSI DI CRESCITA EUROPEI 1950-1973 (% PER ANNO)

	Pil pro capite 1950	Pil pro capite 1973	Volume delle esportazioni 1950	Volume delle esportazioni 1973	Occupazione lavorativa in percentuale 1950	Occupazione lavorativa in percentuale 1973	Produttività del lavoro 1950	Produttività del lavoro 1973
Austria	3.706	11.235	1.348	13.899	46,4	41,7	4,05	15,17
Belgio	5.462	12.170	8.182	61.764	38,7	38,5	6,19	16,89
Danimarca	6.946	13.945	3.579	16.568	46,3	48,3	6,57	16,57
Francia	5.270	13.123	16.848	104.161	47	41,1	5,82	18,02
Germania	3.881	11.966	13.179	194.171	42	44,9	3,99	14,76
Italia	3.502	10.643	5.846	72.749	40,1	41,5	4,38	15,92
Olanda	5.996	13.082	7.411	71.522	40,7	38,3	6,67	19,49
Norvegia	5.463	11.246	2.301	11.687	43,7	42,3	5,95	15,44
Svizzera	9.064	18.204	6.493	38.972	47,7	50,9	8,87	18,54
Gran Bretagna	6.907	12.022	39.348	94.670	44,5	44,6	7,93	15,97

Note: Il Volume delle esportazioni è misurato in milioni di dollari rispetto al suo valore nel 1990. La produttività del lavoro è riferita al PIL per ora lavorativa; questo valore e il PIL pro capite sono misurati rispetto al valore del dollaro nel 1990.

Fonte: Maddison, A. (2001). A millennial perspective. OECD ; Floud, R., & McCloskey, D. N. (Eds.). (1994). The economic history of Britain since 1700 (Vol. 1). Cambridge university press.

Dal 1950 iniziò quel periodo riconosciuto come “golden age”, che rappresentò un periodo di crescita economica stabile. Durante questo periodo aumentò il divario economico tra i paesi sviluppati e quelli in via di sviluppo, portando all’identificazione del Terzo Mondo. Nell’età dell’oro la crescita del Pil pro-capite raggiunse con rapidità livelli mai registrati in precedenza, soprattutto tra le nazioni risultate sconfitte dalla Seconda guerra mondiale. Italia, Germania e Giappone raddoppiarono il Prodotto intero lordo pro capite in poco più di dieci anni, riducendo il proprio divario con gli Stati Uniti (tabella 1.8).⁴¹ Una delle principali cause riguarda le prospettive aperte dal progresso tecnico, che diedero origine ad un notevole flusso di investimenti privati volti a espandere rapidamente le capacità produttive, alimentando aspettative ottimistiche. Anche l’intervento diretto dello Stato nell’economia giocò in questo quadro un ruolo importante, stabilizzando la domanda e garantendo l’occupazione sia attraverso gli investimenti industriali realizzati da imprese pubbliche che attraverso investimenti statali nella costruzione delle infrastrutture necessarie allo sviluppo di un’economia moderna. Sul piano internazionale, la liberalizzazione degli scambi e la stabilità dei cambi, garantita dal sistema monetario creato nel 1945 a Bretton Woods, con il dollaro divenuto moneta dei pagamenti interazionali, fornirono le basi per un’espansione costante del commercio internazionale.⁴² La crescita corrispose con un’espansione demografica: nel 1970 la popolazione aumentò del 50% (tabella 1.9) grazie ai progressi della medicina, uso di nuovi farmaci, pratica delle vaccinazioni, migliore qualità dell’alimentazione, e riguardò tutti i settori: la produzione agricola aumentò grazie a nuove macchine fertilizzanti e tecniche di irrigazione, con un contributo significativo delle biotecnologie⁴³. In contrapposizione al declino della popolazione agricola, la produzione

⁴¹ De Simone, E., (2014). Storia economica. *Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli

⁴² S. Battilossi. (2015) *Le rivoluzioni industriali*. Carocci

⁴³ G. Sabatucci V. Vidotto. (2019). *Storia contemporanea: Dalla Grande Guerra a oggi*. Editori Laterza

alimentare crebbe, specialmente in Asia, portando a eccedenze nei paesi ricchi e a carenze nei paesi poveri. I settori industriali toccati furono quello metallurgico, chimico (in particolare nella produzione di materie plastiche) e l'industria elettrica attraverso la costruzione di innumerevoli centrali. L'industria automobilistica e aeronautica ebbero un forte impulso a causa dell'aumento sempre più elevato della domanda e della qualità.⁴⁴ L'impiego dei veicoli per il trasporto delle persone e delle merci ha necessitato lo sviluppo di una rete stradale efficiente, spingendo così alla costruzione di ampie autostrade con complessi sistemi di svincolo per le città, regolati da adeguati dispositivi di segnaletica.

Tabella 1.8 TASSI DI CRESCITA DEL PIL 1913-1973 (% PER ANNO)

	1913-50	1950-55	1955-60	1960-64	1964-69	1969-73	1950-73
Gran Bretagna	1,19	2,9	2,5	3,4	2,5	2,8	2,93
Francia	1,15	4,4	4,8	6,0	5,9	6,1	5,05
Germania	0,30	9,1	6,4	5,1	4,6	4,5	5,68
Italia	1,49	6,3	5,4	5,5	5,6	4,1	5,64
Giappone	2,21	7,1	9,0	11,7	10,9	9,3	9,29
Stati Uniti	2,84	4,2	2,4	4,4	4,3	3,4	3,93

Fonte: OECD Floud, R., & McCloskey, D. N. (Eds.). (1994). *The economic history of Britain since 1700 (Vol. 1)*. Cambridge university press.; Maddison, A. (2001). *A millennial perspective*.

Tabella 1.9 POPOLAZIONE MONDIALE, STIME ANNUALI, 1950-75

	Europa (Ovest)	Europa (Est)	USRR	America Latina	Asia	Africa	Mondo
1950	305.060	87.288	180.050	165.837	1.381.877	228.341	2.524.547
1951	307.154	88.374	183.200	170.311	1.407.273	233.039	2.568.643
1952	308.930	89.487	186.400	174.875	1.435.051	237.944	2.615.361
1953	310.831	90.770	189.500	179.565	1.463.989	242.986	2.663.577
1954	312.709	92.045	192.700	184.466	1.495.286	248.024	2.714.668
1955	314.704	93.439	196.150	189.580	1.526.504	253.374	2.766.752
1956	316.866	94.721	199.650	194.851	1.558.521	258.894	2.820.132
1957	319.075	95.801	203.150	200.315	1.593.917	264.577	2.877.369
1958	321.368	96.919	206.700	205.990	1.630.911	270.456	2.936.474
1959	323.864	98.003	210.450	211.871	1.664.465	276.547	2.992.943
1960	326.354	99.056	214.350	217.946	1.686.557	282.876	3.038.332
1961	329.208	100.112	218.150	224.038	1.708.159	289.201	3.078.732
1962	332.429	101.010	221.750	230.359	1.732.466	295.653	3.131.974
1963	335.473	101.914	225.100	236.870	1.773.369	302.782	3.197.125
1964	338.094	102.783	228.150	243.570	1.813.771	310.107	3.261.365
1965	340.321	103.610	230.900	250.412	1.856.142	317.706	3.327.615
1966	343.968	104.412	233.500	257.334	1.901.072	325.206	3.392.748
1967	345.536	105.195	236.000	264.325	1.946.334	333.843	3.464.850
1968	347.432	106.264	238.650	271.436	1.993.912	342.313	3.535.737
1969	349.790	107.101	241.430	278.694	2.041.781	350.991	3.607.818
1970	351.931	107.927	244.750	286.046	2.092.669	359.501	3.682.507
1971	354.396	108.782	247.085	293.473	2.145.713	368.625	3.761.291
1972	356.490	109.628	249.741	300.949	2.196.390	377.681	3.837.560
1973	358.390	110.490	252.147	308.451	2.247.814	386.957	3.913.488
1974	359.954	111.461	254.469	316.069	2.297.965	397.653	3.988.887

Fonte: Maddison, A. (2001). *A millennial perspective*. OECD.

⁴⁴ De Simone, E., (2014). *Storia economica. Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli

Le industrie emergenti e trainanti nella terza rivoluzione industriale furono l'industria aerospaziale, elettronica e informatica. Iniziò la corsa allo spazio fra le due superpotenze di quegli anni: il 4 ottobre 1957 l'URSS lanciò il primo satellite artificiale (Sputnik) e il 12 aprile 1961 mandò nello spazio il primo astronauta. Gli USA risposero dando vita all'Agenzia NASA (National Aeronautics and Space Administration) e il 21 luglio 1969 sbarcarono per primi sulla Luna con il progetto Apollo 11.⁴⁵

La rivoluzione elettronica, iniziata negli Stati Uniti negli anni '40 con l'invenzione del transistor⁴⁶ e del computer, fu notevolmente accelerata dalla Guerra Fredda, che stimolò l'innovazione tecnologica attraverso finanziamenti per scopi di difesa⁴⁷. Inizialmente, l'industria militare fu il principale settore di utilizzo, con l'invenzione del circuito integrato che ne migliorò l'efficienza. Dagli anni '60, le applicazioni civili dei transistor e dei circuiti integrati crebbero, influenzando settori come la radio, la TV, le telecomunicazioni e l'energia.

Il sostegno dei programmi di difesa americani fu cruciale per lo sviluppo dei calcolatori elettronici digitali, originariamente usati per il calcolo balistico negli anni '50. L'adozione del transistor nei computer ampliò le capacità dell'industria informatica, sia *hardware* che *software*. Tuttavia, le basi teoriche per la rivoluzione informatica furono poste già negli anni Trenta del Novecento con il dispositivo di calcolo universale del matematico Alan Turing (che sviluppò poi durante la Seconda guerra mondiale), in grado di effettuare qualunque tipo di calcolo partendo dal concetto di algoritmo.⁴⁸ A partire dagli anni '70, la domanda di computer per usi commerciali aumentò, portando all'introduzione del microprocessore da Intel negli anni '80, che permise l'incorporazione di tecnologie di computerizzazione nei beni di consumo di massa. L'industria informatica divenne fondamentale nei settori delle telecomunicazioni, dei servizi, commerciali, finanziari e bancari. Il boom dei personal computer negli anni '80 e '90 e l'affermazione di Internet rappresentarono il culmine di questa rivoluzione.⁴⁹ Il consumo di massa migliorò le condizioni di vita della popolazione, permettendo di sperimentare un livello di benessere mai vissuto prima.

Tra il 1950 e il 1970 tutti i paesi industrializzati adottarono un proprio Welfare con l'aumento della spesa sociale (per la scuola, università, cure mediche, pensioni, sussidi di disoccupazione, sostegno per invalidi), mutò l'offerta del lavoro e si diffuse il modello di produzione fordista, che promuoveva una produzione standardizzata e assegnazioni monofunzionali. Anche l'Italia, che alla fine della Seconda guerra mondiale versava in condizioni disastrose, seppe riprendersi e in soli cinque anni riuscì a recuperare il livello prebellico, dando avvio a un periodo di crescita noto come "miracolo economico". Il miracolo economico italiano, reso possibile grazie agli aiuti americani, la scelta di un'economia aperta⁵⁰, la disponibilità di manodopera a basso

⁴⁵ G. Sabatucci V. Vidotto. (2019). *Storia contemporanea: Dalla Grande Guerra a oggi*. Editori Laterza

⁴⁶ Apparecchio elettronico a semiconduttori capace di gestire un segnale di uscita mediante un segnale d'ingresso. Treccani

⁴⁷ Borisov, V., & Bergman, Y. (2020, June). *The invention of the transistor and development of semiconductor devices against a background of the Cold War events*. In 2020 International Conference Engineering Technologies and Computer Science (EnT) (pp. 73-77). IEEE.

⁴⁸ M. Mezzini. (2020). *Informatica di base*. Maggioli

⁴⁹ S. Battilossi. (2015) *Le rivoluzioni industriali*. Carocci

⁵⁰ Durante questo periodo l'Italia seppe "mettersi in gioco", abbandonando la sua tradizionale politica protezionista e adottando, grazie agli aiuti Piano Marshall e ad un orientamento europeista, un approccio sempre più internazionale.

costo, un ruolo attivo dello Stato nell'economia e un solido sistema bancario, fu caratterizzato dalla crescita di settori come l'automobilistico, l'elettrodomestico e il petrolchimico, operando in un contesto di grande impresa. In questo scenario anche fece la sua parte. La Cassa per il Mezzogiorno fu un organo istituito dallo Stato italiano con la legge 646 del 10 agosto 1950, il cui obiettivo principale era quello di promuovere lo sviluppo economico e sociale del Sud Italia, una regione storicamente meno sviluppata rispetto al Centro-Nord del paese. La denominazione dell'ente fu adottata «per modo che, dallo stesso nome dell'ente, fosse ben chiaro che non si trattava più di piccole opere scaglionate nel tempo, ma di “grosse cose” da portare a sicuro compimento»⁵¹. Essa disponeva di autonomia e di risorse finanziarie proprie e realizzava gli interventi programmati ricevendo deleghe specifiche. Il suo ruolo era quindi quello di agire da creditore nei confronti dello Stato, garantendo che il Mezzogiorno potesse beneficiare delle risorse finanziarie a lui destinate. «Durante quell'epoca prospera, soprattutto a livello europeo, non solo si realizzò un notevole avanzamento delle parti del paese che già possedevano un'armatura industriale, ma si ottenne, contemporaneamente, il risultato, per nulla scontato, di una modernizzazione della struttura economica del Mezzogiorno, attraverso la politica delle infrastrutture, prima, e dell'industrializzazione vera e propria, poi, nonché, quello di un recupero del divario accumulato con le restanti regioni italiane»⁵² Infatti, tra gli anni 1951 e 1973, si osserva un sostanziale recupero da parte delle Regioni del Mezzogiorno, il cui divario rispetto a quelle del Centro-Nord diminuisce di 6 punti percentuali. In termini di PIL pro capite a prezzi correnti passa dal 53,4% al 59,7%⁵³. Di certo, senza il contributo determinante fornito dalla Cassa per il Mezzogiorno fino agli anni '70, sarebbe stato arduo per il Sud raggiungere i livelli di sviluppo e le performance economiche che ha successivamente manifestato.

All'inizio degli anni '70 però si interruppe il ciclo espansivo dell'economia mondiale con una svolta segnata da due eventi⁵⁴:

- L'instabilità monetaria a partire dagli anni 60' a causa di grandi uscite di capitali per investimenti massicci, aumento dei prezzi e la sospensione della convertibilità del dollaro in oro (1971)
- La crisi petrolifera del 1973, in cui i principali produttori di petrolio, a seguito della guerra arabo-israeliana, cominciarono ad usare il petrolio come arma politica quadruplicando il suo prezzo.

La crisi petrolifera ha portato il mondo in una fase di stagflazione (diminuzione della produzione ed aumento dei prezzi) con un aumento della disoccupazione. I prezzi dei prodotti erano sempre più alti e sempre meno persone potevano permettersi di acquistarli. Rispetto ad altre crisi, per la prima volta, la categoria più colpita era quella composta da apprendisti giovani e da donne, non essendo minimamente tutelati. Inoltre, si affrontò anche per la prima volta il problema di inquinamento e risparmio energetico. Pochi anni più tardi, quando l'economia mondiale si era ormai ripresa dalla recessione scaturita di nuovo dall'aumento dei prezzi, l'Organizzazione dei paesi esportatori del petrolio, aumentò i prezzi generando ulteriore stagflazione, (fino

⁵¹ Pescatore, G. (2008). *La "Cassa per il Mezzogiorno": un'esperienza italiana per lo sviluppo*. Bologna. Il Mulino.

⁵² Lepore, A. (2012). *Dal divario Nord-Sud alla convergenza: il modello dell'intervento straordinario e della cassa per il Mezzogiorno durante e oltre la Golden Age*.

⁵³ Lepore, A. (2011). *La valutazione dell'operato della Cassa per il Mezzogiorno, e il suo ruolo strategico per lo sviluppo del Paese*. Rivista giuridica del Mezzogiorno, 25(1-2), 281-318.

⁵⁴ G. Sabatucci V. Vidotto. (2019) *Storia contemporanea: Dalla Grande Guerra a oggi*. Editori Laterza

alla metà degli anni 80') a causa del disaccordo politico tra i paesi arabi.⁵⁵ Negli anni successivi, i governi attuarono politiche di risparmio energetico mirate a ridurre il peso delle importazioni di petrolio sulla bilancia commerciale. Si tentò di impiegare fonti di energia alternativa al petrolio, ed alcuni paesi iniziarono ad investire nell'energia nucleare. Il mondo industrializzato iniziò ad assistere ad un periodo di ripresa che presto diventò periodo di benessere. Una tra le principali cause fu la liberalizzazione degli scambi internazionali. Tra i protagonisti della ripresa spiccano le politiche neoliberiste di Ronald Reagan, Presidente degli Stati Uniti dal 1981 al 1989, che si concentravano principalmente sulla riduzione del ruolo dello Stato nell'economia e sull'accentramento del libero mercato; e la riforma del settore finanziario britannico di Margaret Thatcher che, unite a tagli nella spesa pubblica e alla privatizzazione delle imprese nazionalizzate, miravano a rafforzare l'economia attraverso la promozione della competizione e l'individualismo economico⁵⁶. Altri motivi furono l'espansione delle imprese multinazionali, l'evoluzione dei trasporti e delle comunicazioni negli anni '80; negli anni 90 invece, la costituzione dei mercati comuni e delle unioni economiche contrassegnarono una tappa significativa nel processo di integrazione delle economie con la nascita dell'Unione Europea; la conclusione della guerra fredda : il muro di Berlino era caduto (1989), la Germania si era riunificata (1990), nel 1991 l'Unione Sovietica crollò definitivamente, portando così i paesi del blocco sovietico a intraprendere il cammino verso la democrazia; il boom tecnologico di fine anni '90/ inizio anni 2000. L'informatica, con la nascita del cosiddetto personal computer, porterà la tecnologia all'interno delle case, con la conseguente nascita del televisore digitale, internet, telefono cellulare...e darà presto avvio ad una nuova era.

1.2 La quarta rivoluzione industriale e l'Industria 4.0

La quarta rivoluzione industriale, spesso associata al termine "Industria 4.0", rappresenta un'evoluzione significativa rispetto alla terza rivoluzione industriale. Le tecnologie che vediamo guidare il cambiamento stanno formando uno strato fertile di innovazione basato su fondamenta digitali; essa, quindi, incarna un cambiamento epocale che va oltre la semplice automazione dei processi produttivi, influenzando profondamente la struttura della società, l'economia e la vita quotidiana a livello globale.⁵⁷

Caratterizzata da un utilizzo intensivo di internet, dispositivi mobili, ecc., si distingue per l'integrazione di tecnologie avanzate, come l'intelligenza artificiale, la robotica, i materiali avanzati, la genetica, l'Internet of Things, i droni e l'apprendimento automatico; questa rivoluzione va anche oltre le precedenti trasformazioni industriali per il suo livello avanzato di sofisticazione e integrazione tecnologica; è caratterizzata da un'elevata interconnessione non solo tra le persone, ma anche tra dispositivi, macchinari e infrastrutture.

⁵⁵ Mankiw, N. Gregory, Mark P. Taylor. (2015). *Macroeconomia* . Zanichelli.

⁵⁶ Moini, G. (2020). *Neoliberalismo* . Mondadori Università.

⁵⁷ Philbeck, Thomas, and Nicholas Davis. (2018). *The fourth industrial revolution: shaping a new era*. Journal of International Affairs. 72, no. 1, 17–22

Tabella 1.11 MONDIALE (2010)

Gruppo di industria	Share %
Produzione high-tech	19%
Produzione high-medium-tech	28%
Produzione medium-low-tech	21%
peoduzione low-tech	32%
Totali	100%

Fonte: Devezas, T., & Sarygulov, A. (2017). *Industry 4.0*. Basel: Springer.

L'IA e l'apprendimento automatico permettono ai sistemi di apprendere, adattarsi e prendere decisioni in autonomia. Le tecnologie emergenti interessano diversi settori, dal sequenziamento del DNA alle energie rinnovabili, dalla nanotecnologia all'informatica quantistica.

L'economista tedesco Klaus Schwab, fondatore e presidente esecutivo del World Economic Forum ne ha però rilevato due criticità limitanti⁵⁸:

- Molti sistemi e organizzazioni attuali sono ancora inadeguati per gestire l'accelerazione e la complessità dei cambiamenti portati dalla rivoluzione
- Manca una narrazione condivisa e oggettiva che chiarisca le opportunità e le sfide poste da questa rivoluzione

Il “fattore abilitante” di questa rivoluzione è il livello di connettività offerto dall'Internet of Things, che estende l'interconnessione tra Internet e il World Wide Web agli oggetti fisici e ai sistemi, permettendo azioni coordinate e rendendo i sistemi fisici “intelligenti”⁵⁹. Dal punto di vista dell'industria, si parla di fabbriche intelligenti, ossia sistemi fisici e virtuali che interagiscono in maniera flessibile, consentendo la personalizzazione del prodotto.

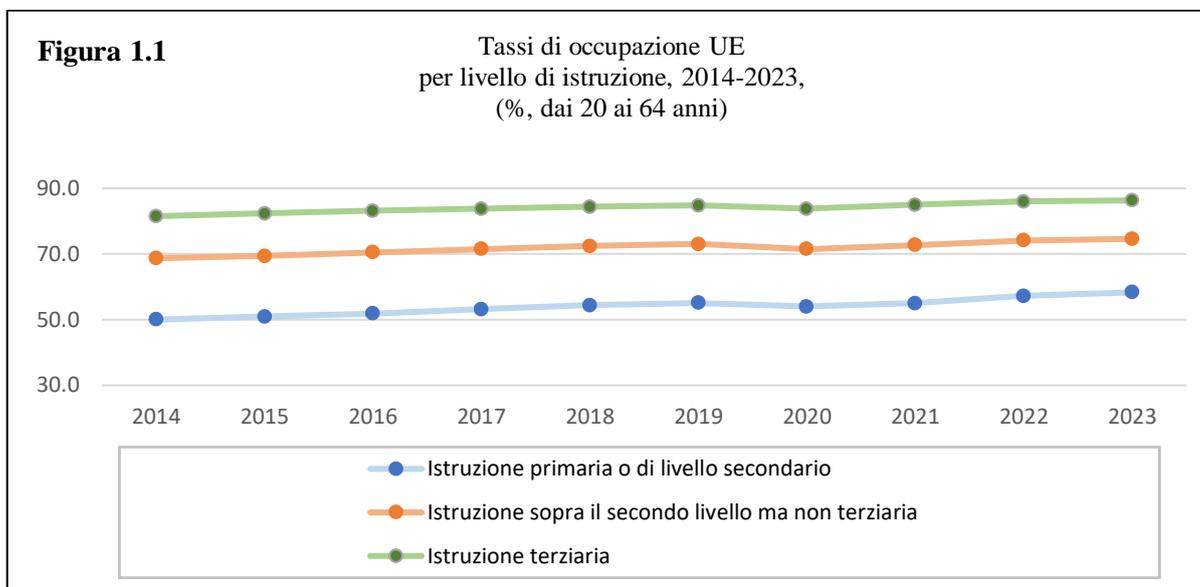
Le innovazioni tecnologiche digitali globali stanno trasformando i sistemi industriali e ci stiamo affacciando verso una vera e propria competizione contro le macchine: C. B. Frey e M. A. Osborne hanno stimato che il 47% dei posti di lavoro sarà automatizzato nei prossimi 10-20 anni e tra questi chi perde il lavoro raramente riuscirebbe a ricoprire incarichi più qualificati⁶⁰(figura 1.1). Nonostante ciò, per l'uomo ci sono ancora spiragli per poter competere con le macchine, poiché in primis le stime attuali non tengono conto delle ipotesi di espansione della produzione di beni e servizi emergenti per la protezione dell'ambiente e degli ecosistemi viventi e non tiene conto dell'arricchimento portato dal fattore umano, il “saper fare” che contraddistingue anni di esperienza e il crescente bisogno di lavoro di qualità tra grandi aziende e centri di ricerche/università.⁶¹

⁵⁸ Schwab, Klaus. (2016). *La quarta rivoluzione industriale*. FrancoAngeli

⁵⁹ Chou, Shuo-Yan. (2018). *The Fourth Industrial Revolution: digital fusion with internet of things*. Journal of International Affairs. 72, no. 1, 107–20.

⁶⁰ Frey, C. B., & Osborne, M. (2013). *The future of employment*.

⁶¹ Della I. (2018). *Quarta Rivoluzione Industriale, i tre pilastri*. Harvard Business Review.



Fonte: Eurostat

Il lavoro nella Quarta Rivoluzione Industriale si basa sulla responsabilità dei risultati, su relazioni con altri individui, sulla disponibilità a contribuire al miglioramento e all'innovazione continua. È sia necessario disporre di competenze tecniche (*hard skills*), sia di abilità come creatività, collaborazione, comunicazione, condivisione di conoscenze e contributo alla comunità (*soft skills*). Tale tipo di lavoro dovrebbe suscitare impegno e passione e includere il "*workplace within*", cioè un luogo di lavoro interiore costituito dalle storie personali e lavorative dei singoli, dalla loro formazione, aspirazioni e potenzialità.

L'idea della quarta rivoluzione industriale è spesso considerata un sinonimo di "industria 4.0", un'iniziativa emersa in Germania tra il 2011 e il 2015, focalizzata sull'applicazione delle tecnologie digitali alla produzione. I due termini non sono estranei l'uno all'altro, ma descrivono cose diverse. L'industria 4.0 è infatti una componente di spessore all'interno della più ampia inquadratura della quarta rivoluzione industriale, con il suo focus più ristretto sulla relazione tra digitalizzazione, trasformazione organizzativa e miglioramento della produttività nei sistemi di produzione⁶². Quindi, la quarta rivoluzione industriale tocca una portata più ampia di aspetti, coinvolgendo vari settori e aspetti della vita.

È infatti la prima volta in cui si analizza l'impatto delle tecnologie avanzate ascoltando voci e opinioni che emergono da web. Per fare ciò, il concetto di "immaginarsi socio-tecnologici" è utilizzato per comprendere come le persone immaginano il futuro con queste tecnologie. Gli "immaginarsi socio-tecnologici" si riferiscono a come le persone collettivamente immaginano e concepiscono il futuro in relazione agli sviluppi della scienza e della tecnologia⁶³. Questi concetti non si limitano solo a prevedere come la tecnologia potrebbe evolversi, ma includono anche idee su come queste evoluzioni potrebbero influenzare la società, la cultura, l'economia, la politica e la vita quotidiana; inoltre riflettono sia le speranze e le aspirazioni positive che le persone hanno per la tecnologia (es. come migliorare la salute o creare opportunità economiche) sia le preoccupazioni (es. la

⁶² Philbeck, Thomas, and Nicholas Davis. (2018). *The fourth industrial revolution: shaping a new era*. Journal of International Affairs. 72, no. 1, 17–22

⁶³ Albanese, Valentina E., Michela Lazzeroni. (2023). *La nuova rivoluzione industriale tra techno-entusiasmo e tecnologia: un'analisi spaziale del sentiment*. Società di Studi Geografici. Memorie geografiche, 401-407

perdita di posti di lavoro a causa dell'automazione, la sorveglianza pervasiva, o l'impoverimento delle relazioni umane). I valori e l'etica, quindi, dovrebbero essere considerati aspetti fondamentali (e non secondari) dei sistemi tecnologici: le tecnologie riflettono e influenzano i valori dei loro creatori e utenti.

Riguardo al termine di industria 4.0, “si intende far riferimento ad una modalità organizzativa della produzione di beni e servizi che fa leva sull'integrazione degli impianti con le tecnologie digitali”, in particolare “mira ad integrare le tecnologie che nell'industria 3.0 venivano adottate singolarmente e ha come obiettivo quello di creare sistemi ibridi (produttivi, commerciali, logistici) che siano in grado di gestire, interpretare e valorizzare la grande mole di dati disponibile mediante l'utilizzo delle tecnologie digitali”⁶⁴.

Il fulcro dell' Industria 4.0 risiede nell'automazione digitale, che integra su larga scala tecnologie destinate a sostituire il lavoro umano, quali la robotica avanzata, e tecnologie che eliminano intere fasi di produttive, come quelle additive. Tuttavia, l'elemento che realmente la distingue è la digitalizzazione completa del sistema produttivo: la fabbrica viene organizzata in moduli, denominati *Cyber Physical Systems* (CPS) o sistemi cyberfisici. I CPS sono sistemi controllati o monitorati da algoritmi informatici, strettamente integrati con processi fisici. Questi meccanismi combinano il processamento computazionale (software) e le capacità fisiche (hardware) utilizzando reti come l'Internet of Things per comunicare con altri dispositivi e sono flessibili ai cambiamenti dell'ambiente circostante, operando in maniera autonoma⁶⁵. Un esempio pratico può essere un sistema di produzione automatizzato in una qualsiasi fabbrica moderna.

I benefici di questa nuova industria includono un incremento della produttività e dell'efficienza grazie alla flessibilità offerta dalle nuove tecnologie; gli imprenditori e i manager riescono a prendere decisioni più consapevoli grazie alle informazioni di valori derivante dalla quantità di dati sempre più in espansione.

A tal proposito in Europa sono stati avviati piani per sostenere questo sviluppo: in Italia è stato costituito il “Piano Nazionale Industria 4.0”, volto a “supportare ed incentivare le imprese che investono in beni strumentali nuovi, in beni materiali e immateriali (software e sistemi IT) funzionali alla trasformazione tecnologica e digitale dei processi produttivi”⁶⁶. Molti settori tradizionali stanno cambiando, ci sono nuovi modelli di business completamente nuovi, come Airbnb nel turismo o Netflix nel broadcasting, che hanno incentrato la propria strategy sulla personalizzazione della propria offerta, in cui ogni cliente può scegliere tra diversi piani e ha il proprio catalogo di contenuti, adattandolo anche a culture e 190 paesi diversi⁶⁷.

Il settore agroalimentare, che fin dalla prima rivoluzione industriale è stato un settore in continua evoluzione, apre a nuove importanti possibilità, come monitoraggio più efficace e tracciabilità certificata. Anche nel secondario come in un settore tradizionale come l'artigianato ha trovato applicazione, soprattutto per la possibilità di modificare il proprio modello di business; ma ancor di più nel terziario, uno dei primi a sfruttare le tecnologie digitali, rivoluzionando le abitudini di acquisto e spingendo le aziende a delineare nuove strategie

⁶⁴ Fantoni, G., Cervelli, G., Pira, S., Trivelli, L., Mocenni, C., Zingone, R., & Pucci, T. (2017). *Impresa 4.0: Siamo pronti alla quarta rivoluzione industriale?*.

⁶⁵ Gramolati, A., Cipriani, A., & Mari, G. (2018). *Il lavoro 4.0: La Quarta Rivoluzione industriale e le trasformazioni delle attività lavorative*. Firenze University Press. p. 808

⁶⁶ Calenda, Carlo. (2018). "Piano Nazionale Industria 4.0." Ministero Dello Sviluppo Economico: Roma, Italy

⁶⁷ Netflix. (2021). *Annual Report 2021*

di distribuzione e commercializzazione, soprattutto con l'avvento delle e-commerce come Amazon o eBay che hanno cambiato gli stili di consumo. Le tecnologie della quarta rivoluzione industriale, come l'internet of things, possono inoltre migliorare la gestione delle aziende, integrando allo stesso tempo canali web e social media per arricchire l'esperienza. È infatti noto che nel settore terziario è fondamentale l'esperienza del consumatore che influisce sulla struttura del business e sulle performance aziendali tramite l'analisi dei livelli di interazione per poi trasformarli in asset digitali e presentare offerte innovative sul mercato.

Tabella 1.10 VALORE DELLA STRUTTURA INDUSTRIALE DEL PIL (2010)

Industria	Share %
Agricoltura, Caccia, Pesca	2,2
Attività mineraria	0,9
Elettricità e Gas	2,5
Costruzioni	6,2
Ingrosso, commercio al dettaglio, ristoranti	14,1
Trasporti e mezzi di comunicazione	7,5
Finanze, assicurazioni e servizi alle imprese	25,4
Servizi (individuali, sociali e pubblici)	21,4
Industria di processo	19,8
Totale	100,0

Fonte: *Devezas, T., & Sarygulov, A. (2017). Industry 4.0. Basel: Springer.*

Il programma Industria 4.0 è visto come un approccio innovativo per raggiungere obiettivi precedentemente irraggiungibili e sviluppare nuovi modelli di società. Per affrontare i dilemmi e i problemi sociali legati al cambiamento, è essenziale stabilire obiettivi di sostenibilità ambientale e sociale e di miglioramento della vita lavorativa, in linea con gli obiettivi di prosperità economica. Tali obiettivi, sono già in fase di implementazione attraverso normative istituzionali e autoregolamentazione da parte delle imprese.

1.3 La definizione dell'Industria 5.0: una maturazione dell'Industria 4.0 o un concetto distinto?

Ad inizio 2021 l'UE pubblica un "policy brief" che definisce e racconta cos'è l'industria 5.0. Il documento afferma che nei 10 anni successivi all'introduzione del suo concetto, iniziato nel 2011 in Germania, l'industria 4.0 non si è mai concentrata a sufficienza sui principi di equità sociale e sostenibilità, quanto più sulla digitalizzazione e sulle tecnologie sempre più sviluppate per aumentare l'efficienza e la flessibilità della produzione. La visione di industria 5.0 invece offre una prospettiva diversa, evidenziando l'importanza della ricerca e dell'innovazione per fornire all'umanità supporto a lungo termine tramite le innovazioni industriali.⁶⁸ Mariya Gabriel, ex Commissario europeo per l'innovazione, la ricerca, la cultura, l'istruzione e la gioventù, definisce così l'industria 5.0: «L'Industria 5.0 integra il paradigma esistente dell'Industria 4.0 evidenziando la ricerca e l'innovazione come driver per una transizione ad un'industria europea sostenibile, incentrata sull'uomo e resiliente. L'attenzione si sposta dall'azionista al valore degli stakeholder, con benefici per tutti gli interessati. L'Industria 5.0 cerca di cogliere il valore delle nuove tecnologie, fornendo prosperità oltre i

⁶⁸ Breque, M., De Nul, L., Petridis, A. (2021). *Industry 5.0 – Towards a sustainable, human-centric, and resilient European industry*. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. Publications Office of the European Union

posti di lavoro e la crescita, rispettando i confini planetari e ponendo il benessere del lavoratore industriale al centro del processo di produzione⁶⁹»

La discussione sul concetto di Industria 5.0 si basa su diversi elementi⁷⁰:

- Le evoluzioni sociali a livello globale che, guidati da automazione, digitalizzazione e connettività, hanno portato ad un aumento di prosperità ma anche delle disuguaglianze, l'instabilità delle catene di valore strategiche e il peggioramento dell'utilizzo delle risorse naturali e dell'inquinamento
- L'attuale quadro politico-storico che mira a massimizzare i benefici delle evoluzioni prima citate; ciò si riflette nelle priorità politiche dell'UE, come il "Green Deal", un accordo nel quale l'Unione Europea si è impegnata a raggiungere la neutralità climatica entro il 2050, sollecitando tutti gli Stati membri ad implementare un insieme coordinato di politiche climatiche
- L'adozione delle tecnologie digitali nell'industria europea che sembra essere graduale piuttosto che esponenziale
- L'operato della Commissione Europea nel settore della ricerca e dell'innovazione
- I risultati dei progetti di ricerca finanziati attraverso i Programmi Quadro Europei per la Ricerca e l'Innovazione

La commissione Europea ritiene anche che il beneficio più grande per l'industria Europea sia a lungo termine: è cruciale temporizzare per mantenere la competitività e la rilevanza al fine di adeguarsi in un mondo in cambiamento e a nuovi mercati. Nel breve periodo, gli investimenti richiesti potrebbero rendere le industrie europee temporaneamente meno competitive rispetto a quelle che non hanno ancora investito nell'industria 5.0. Tuttavia, in un'ottica a lungo termine, i rischi più grandi per l'industria si materializzerebbero ignorando l'importanza di impegnarsi in una transizione sociale che miri alla sostenibilità, alla centralità dell'uomo e alla resilienza. La commissione Europea sottolinea l'importanza di questi tre pilastri per mantenere la competitività nel lungo periodo. In primo luogo, l'umano-centrismo, che pone i bisogni degli esseri umani sempre in primo piano, utilizzando le tecnologie per adattare il processo produttivo alle esigenze del lavoratore. Questo approccio mira ad istruirlo senza che questi si sforzi al nuovo cambiamento tecnologico e si assicura che le nuove tecnologie non interferiscano con i suoi diritti fondamentali, come il diritto alla privacy⁷¹ In secondo luogo, la sostenibilità è cruciale per «ridurre il consumo di energia e le emissioni di gas serra, per evitare l'esaurimento e il degrado delle risorse naturali, per garantire i bisogni delle generazioni di oggi senza compromettere i bisogni delle generazioni future». Infine, la resilienza si riferisce alla «necessità di sviluppare un più alto grado di robustezza nella produzione industriale, armandola meglio contro le interruzioni e assicurandosi che possa fornire e sostenere infrastrutture critiche in tempi di crisi»⁷².

⁶⁹ F. Crispino. (2022). *Industria 5.0: un futuro socialmente sostenibile*. Focus industria 4.0

⁷⁰ Breque, M., De Nul, L., Petridis, A. (2021). *Industry 5.0 – Towards a sustainable, human-centric, and resilient European industry*. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. Publications Office of the European Union

⁷¹ J Condemi. (2021). *Industria 5.0: cos'è la quinta rivoluzione industriale e il ruolo dell'Europa*". [online]. Disponibile da : <https://www.industry4business.it/connected-enterprise/industria-5-0-cose-la-quinta-rivoluzione-industriale-e-ruolo-delleuropa/>

⁷² European Commission. (2020). *Directorate-General for Research and Innovation, Industry 5.0 – Human-centric, sustainable, and resilient*. Publications Office.



L'industria 5.0 è quindi una trasformazione della precedente basata sull'utilizzo di progressi tecnologici avanzatissimi, come l'intelligenza artificiale, il calcolo quantistico e sull'integrazione di persone, processi, macchine e ambiente tra loro. La forte necessità di aumentare la produttività senza rimuovere i dipendenti umani dall'industria manifatturiera sta imponendo nuove sfide alla situazione economica industriale globale. L'industria 5.0 ha come obiettivo di integrare umani e macchine per sfruttare ancora meglio la creatività umana e per migliorare le prestazioni del processo ed aumentare la cooperazione tra persone, processi, robot e macchine da officina.

Connettere il mondo virtuale con quello fisico è l'obiettivo principale per i produttori e comprende l'esaminazione dei dati, monitorare il processo produttivo, la gestione dei rischi e la riduzione dei tempi di inattività; tutto ciò viene realizzato attraverso simulazioni con l'avvento dei *digital twin*, rappresentazioni virtuale di un'entità fisica, vivente o non vivente. Con le attuali innovazioni nella gestione di grandi dati e sistemi di intelligenza artificiale, è attualmente possibile creare modelli molto più realistici che rappresentano varie condizioni operative e caratteristiche di un processo.

L'intelligenza artificiale (AI) fornisce alle macchine la capacità di eseguire compiti e ridurre lo sforzo umano con l'aiuto di strumenti e tecniche sviluppati per permettere alle macchine di compiere attività senza interferenze umane. L'AI è una tecnologia moderna che può risolvere molte attività aziendali o personali che richiedono *decision-making*, ragionamento complesso e conoscenza, in quanto simula l'intelligenza umana nelle macchine programmate per apprendere e imitare le azioni umane. I sistemi AI di oggi consistono principalmente di reti neurali che vengono addestrate con l'aiuto di machine learning e deep learning: praticamente, i sistemi AI devono prima acquisire digitalmente la conoscenza necessaria per funzionare. L'avvento delle rivoluzioni industriali ha aperto la strada a molte innovazioni tecnologiche che hanno aperto la strada alla trasformazione digitale in diversi settori industriali. Centinaia di variabili influenzano il processo produttivo, poiché i dati generati dalle macchine del reparto produttivo sono un input perfetto per l'AI e il machine learning. L'intelligenza artificiale aiuta i team di manutenzione a identificare potenziali tempi di inattività e incidenti valutando i dati dei sensori collegati alle macchine del reparto produttivo e allo stesso tempo aiuta a trasformare la produzione riducendone l'impatto ambientale.

I robot collaborativi, noti come cobot, sono invece una nuova incarnazione dei robot da produzione, progettati per lavorare insieme agli esseri umani anziché in un'area separata. A differenza dei robot industriali tradizionali

che potrebbero ferire una persona nelle loro vicinanze, i robot collaborativi utilizzano tecnologia visiva sofisticata e sono dotati di sensori avanzati che permettono loro di rilevare le persone e adeguare di conseguenza il loro compito. Essi sono vantaggiosi per le piccole e medie imprese manifatturiere a causa del loro costo, versatilità e flessibilità e sono anche più facili da addestrare e implementare rispetto ai grandi robot industriali. I cobot possono essere utilizzati in ogni processo di produzione industriale: dalla fabbricazione, stampaggio, test, controllo qualità, ecc., e non sostituiranno i lavoratori umani, piuttosto lavoreranno al loro fianco svolgendo compiti ripetitivi, che libereranno i lavoratori per perseguire altri compiti.⁷³

Infine, la stampa 4D è una tecnologia emergente che incorpora le strategie della stampa 3D con scienza dei materiali, ingegneria e software di alto livello. La differenza principale è che gli oggetti stampati in 4D cambiano la loro forma nel tempo una volta stampati, mentre i materiali stampati in 3D mantengono la stessa forma fissa, e in termini di materiali, utilizza materiali "intelligenti" appositamente progettati. La libertà di progettazione porterà allo sviluppo di prodotti più su misura e unici.

Il termine Industria 5.0 genera controversie all'interno del panorama mondiale: da un lato c'è chi riconosce un cambio di paradigma sufficiente a giustificare l'adozione di una nuova tecnologia e dall'altro chi sottolinea che il termine è impropriamente utilizzato una nuova fase ciò che è in realtà solo un'evoluzione dell'Industria 4.0. Marco Taish, professore di Sustainable Manufacturing e Operations Management del Politecnico di Milano e uno dei membri dell'Advisory Board che contribuì alla nascita del Piano Industria 4.0, intervistato dal quotidiano "ilPost" ritiene che "ribattezzare questo momento come Quinta Rivoluzione Industriale è un errore che rischia di creare confusione nelle imprese", soprattutto poiché mentre il termine industria 4.0 nasce poiché si ha una vera e propria rivoluzione industriale, ciò non succede per l'industria 5.0. Poi continua criticando anche i pilastri su cui si fonda: in particolare afferma che l'umano-centrismo è un valore che ha già caratterizzato l'industria 4.0, la caratteristica dello sviluppo sostenibile, nonostante in risalto negli ultimi tempi, è intrisa nelle aziende già da anni ed è frutto di un processo industriale; infine, la resilienza, concetto affrontato nel contesto della pandemia quando le imprese hanno dovuto riorganizzare le proprie attività, aggravatosi dopo lo scoppio del conflitto russo-ucraino, è quanto più vicino al concetto di "flessibilità" dei primi anni 2000, rimasto in piedi fino a che i mercati sono stati stabili e fa riferimento alla capacità di adattarsi rapidamente e efficacemente ai cambiamenti e alle sfide del mercato.⁷⁴

Altri ancora invece ritengono che non sia una buona idea parlare di industria 5.0, considerando che molti stati come l'Italia si trovano ancora a non aver sfruttato le potenzialità del paradigma 4.0 e che quindi l'UE voglia unicamente dare una visione integrata ed evolutiva delle idee che compongono d'industria 4.0, rischiando però di abusare del termine rivoluzione industriale e di perdere la fiducia dell'imprenditore che può ritenere che i concetti di industria 4.0 e industria 5.0 non siano altro che trovate di marketing⁷⁵.

⁷³ U. Elangovan. (2021). *Industry 5.0*.

⁷⁴ Il Post. (2023). *Industria 5.0, Taisch: "Ecco perché è un errore parlare di Quinta Rivoluzione industriale"*. [online]. Disponibile da: <https://www.innovationpost.it/attualita/industria-5-0-taisch-ecco-perche-e-un-errore-parlare-di-quinta-rivoluzione-industriale/>

⁷⁵ M. Belardi. (2023). *Industria 5.0 -Grave errore parlare di Quinta Rivoluzione industriale*. [online]. LinkedIn. Disponibile da: <https://it.linkedin.com/pulse/industria-50-grave-errore-parlare-di-quinta-marco-belardi>

A parer mio, per quanto i pilastri dell'industria 5.0 risultino vecchi e già affrontati, è nostro dovere leggerli nel contesto attuale. In parte perché è ormai noto che il mondo è in costante crescita evolutiva e quindi, per quanto non si tratti di concetti innovativi, ugualmente vengono applicati a tecnologie mai viste; in altra parte perché, dopo gli shock di un periodo così turbolento come l'ultimo, caratterizzato da pandemia e dalla crisi energetica causata dalla guerra tra Ucraina e Russia, è giusto che la società trovi conforto in qualcosa di nuovo e stimolante, auspicando in una nuova rivoluzione industriale.

CAPITOLO 2: L'andamento ciclico dell'industrializzazione

2.1 Cicli Economici: caratteristiche fondamentali e principali modelli

Il fenomeno dell'instabilità nell'aggregato economico era già noto ed osservato dai grandi economisti del periodo classico fin dall'inizio dell'era industriale: Adam Smith, David Ricardo e Karl Marx hanno impegnato parte dei propri studi all'analisi delle crisi economiche. Smith, congiuntamente ad altri economisti classici, trattava le crisi commerciali come fenomeni di secondaria importanza. Le crisi erano considerate alla stregua di oscillazioni temporanee attorno ad una condizione di equilibrio generale, verso cui tendeva tutto il sistema economico nel lungo periodo e si credeva fossero auto-corrette dalle dinamiche del mercato attraverso il ritorno all'equilibrio generale (Una delle teorie più accreditate in quel periodo è la legge di Say, secondo la quale, “in regime di libero scambio, la stabilità sarebbe assicurata dal fatto che l'offerta crea inevitabilmente la domanda finale” e in caso di crisi di sovrapproduzione il mercato si autoregolerebbe⁷⁶). Marx, invece, ha dedicato sezioni del suo lavoro principale, *Il Capitale*, allo studio dei meccanismi di crisi del capitalismo, legando le crisi ricorrenti a fattori come la sovraccumulazione di capitali, il sottoconsumo e le “sproporzioni” tra i vari settori produttivi. Nel complesso, gli economisti “classici” non hanno esplorato a fondo l'instabilità, concentrandosi invece sul valore e l'andamento di lungo periodo delle economie industriali, un'area che oggi definiamo *teoria della crescita e dello sviluppo economico*. Nonostante ciò, non è stato enfatizzato l'aspetto fondamentale dell'instabilità capitalista, che si manifesta periodicamente; un fenomeno che iniziò ad essere osservato intorno al 1800 e che portò a parlare di “ciclo degli affari”, con fasi di contrazione ed espansione.⁷⁷

Negli anni '20 del Novecento lo studio sull'instabilità dell'economia divenne sempre più rilevante, completando una fase importante dello sviluppo della scienza economica. La teoria dei classici ha lasciato il posto a quella neoclassica o marginalista, elaborando a sua volta diverse categorie e modelli analitici con un forte contributo storico e culturale. Intorno al 1930 la Grande Depressione mise in evidenza l'importanza di studiare l'incertezza economica.

Le teorie dei cicli economici hanno come compito fondamentale quello di spiegare come diversi fattori vadano ad influenzare l'economia, causando disturbi che provocano oscillazioni nelle variabili economiche fondamentali: redditi, prezzi, ammontare produzione e grado di occupazione operaia. Le teorie mostrano come una delle cause operanti nella vita economica possa interrompere le forze che spingono verso l'equilibrio economico, nel momento in cui si verifica un'alterazione dei dati dell'equilibrio stesso. Una delle questioni principali esplorate riguarda se le fluttuazioni cicliche nell'economia debbano essere attribuite a forze “endogene”, cioè determinate all'interno del modello di riferimento, come i gusti o i coefficienti di produzione o a forze “esogene”, eventi predeterminati all'esterno come guerre o disastri naturali. La teoria più accettata

⁷⁶ Scognamiglio Pasini, C. L. (2006). *Economia industriale* (pp. 1-464). LUP Luiss University Press.

⁷⁷ Marchetti, E. (2020). *Teorie del ciclo economico. Il dibattito macroeconomico moderno su instabilità ed equilibrio*. Società Editrice Esculapio.

afferma che le fluttuazioni economiche siano innescate da fattori endogeni, che influenzano il sistema economico attraverso cicli alternati di prosperità e crisi. I risultati ottenuti non sono direttamente applicabili alla spiegazione del comportamento effettivo dell'economia, che è invece influenzato da molteplici cause che si riflettono nella vita reale attraverso fattori di carattere fisico, psicologico, politico, biologico, tecnico ecc., e che ciascuno di essi possa essere causa sufficiente di fenomeni ciclici.⁷⁸ Pertanto, il compito della teoria pura dei cicli economici consiste nel provare che “data un'ipotesi, è possibile chiarire la genesi, lo sviluppo e il perenne rinnovarsi delle fluttuazioni economiche”⁷⁹. Secondo l'economista italiano Francesco Vito (1902-1968), affinché le diverse teorie possano coesistere senza escludersi a vicenda, al fine di arricchire la comprensione complessiva delle dinamiche economiche, ogni causa dovrebbe essere considerata sufficiente, ma non necessaria.

L'economista austriaco Joseph Schumpeter (1883-1950) è riconosciuto principalmente per il suo contributo alla teoria dei cicli economici, nonostante il suo interesse fosse indirizzato verso l'analisi delle cause fondamentali del cambiamento nel sistema economico e di come questo si traduca in sviluppo economico. Il contesto è quello capitalistico, nel quale la dinamicità e il cambiamento ne fanno da “motore” attraverso una “distruzione creatrice”.

Schumpeter rileva a più riprese l'importanza della ricerca storica, dato che lo studio del passato “offre un'opportunità unica per osservare un ampio numero di fluttuazioni economiche”, rendendola cruciale anche per affrontare questioni contemporanee pratiche⁸⁰. Schumpeter mette in luce i limiti dell'uso dei dati storici e statistici nella verifica delle teorie economiche, sottolineando la necessità di un'analisi critica e teorica per interpretare correttamente questi fatti, andando contro l'interpretazione di chi ritiene che le correlazioni statistiche siano prove di relazioni causali; ritiene anche che non esista una singola causa o “motore primo” che possa spiegare tutte le fluttuazioni economiche, in quanto ogni evento storico ha caratteristiche uniche. Nonostante ciò, riconosce che i fattori esterni abbiano un ruolo significativo nelle formazioni delle fluttuazioni economiche, capaci addirittura di spiegarle completamente, ma non scarta a priori l'idea che esistano componenti cicliche intrinseche al processo economico.⁸¹

La teoria dell'economista austriaco parte da un concetto di base che ipotizza il sistema economico privo di cambiamento, pur non escludendo la possibilità di crescita. Ci troviamo in uno stato stazionario, in cui l'economia si riproduce a tassi costanti senza cambiamenti nella popolazione, nell'ambiente sociale, nei gusti delle famiglie, nei metodi di commercio e di produzione. La procedura si compone di tre passaggi: il primo, consiste nel fattore causativo e principale agente del cambiamento, ossia l'imprenditore, che non deve necessariamente essere “l'inventore” del bene o del processo da lui introdotto, e neanche essere necessariamente la persona che fornisce unicamente il capitale. A tal proposito Schumpeter critica l'analisi economica classica, inclusa quella di Karl Marx, poiché ritenuta colpevole di non aver riconosciuto l'attività

⁷⁸ Vito, F. (1934). *Il risparmio forzato e la teoria dei cicli economici*. Rivista Internazionale Di Scienze Sociali, 5 (ANNO 42)(1), 3–46.

⁷⁹ Fanno. (1931). *Cicli di produzione, cicli di credito e fluttuazioni industriali*. Giornale degli economisti. pag.355

⁸⁰ Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles*. New York: Mcgraw-hill.

⁸¹ Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles*. New York: Mcgraw-hill.

imprenditoriale come un'attività distinta, e confusa spesso con il possesso di capitali. L'imprenditore, mediante il modello del flusso circolare, (secondo passaggio), interagisce con le altre forze in opera nel flusso circolare attraverso le innovazioni⁸², definite come "fare le cose in modo diverso nel campo della vita economica" (terzo passaggio). In una situazione di questo tipo, i profitti sono il risultato del processo di innovazione e l'accumulazione del capitale è un fenomeno derivato.⁸³

Ciò che emerge è un processo di sviluppo che mostra la specifica forma ondulatoria del ciclo economico: quando una nuova impresa entra nel mercato, è motivata poiché gode della prospettiva di realizzare un profitto. L'ingresso è un bene per il consumatore, poiché dispone di una gamma di prodotti più ampia, ma allo stesso tempo le imprese già presenti potrebbero subirne la concorrenza e finire addirittura per essere escluse dal mercato. Nel tempo il processo continua a ripetersi: "l'impresa di nuova entrata si consolida nel mercato e gode di un'elevata redditività fino a quando un nuovo imprenditore, con una nuova generazione di innovazioni, la spazza via dal mercato"⁸⁴. Il processo che determina la fluttuazione avviene poiché gli imprenditori attuano nuove combinazioni produttive in maniera non uniforme nel tempo ma a ondate "a schiere". Inoltre, il presentarsi in queste modalità avviene poiché la manifestazione di uno o più imprenditori innesca, con il successo conseguito e il superamento delle prime difficoltà, l'apparizione di altri e nel tempo, man mano che gli individui o le organizzazioni diventano più esperti e sono in grado di prevederne gli esiti con maggiore precisione, si renderà necessaria una minor direzione esterna per avviare e portare a termine con successo nuovi progetti o iniziative.⁸⁵

Quindi il modello teorico di Schumpeter cerca di spiegare come l'innovazione, guidata dagli imprenditori, provochi cambiamenti nel sistema economico capitalista, portando ad un continuo processo di evoluzione e riequilibrio, in cui il sistema bancario è un elemento passivo che si adatta alle esigenze del singolo. Gli imprenditori, motivati dalla prospettiva di profitto, concepiscono piani di innovazione, fondano nuove imprese, costruiscono impianti e acquistano attrezzature finanziandosi tramite prestiti bancari. L'attività imprenditoriale e la relativa spesa causano variazioni nei prezzi, nei redditi e nei tassi di interesse. Ciò comporta la creazione di squilibri, ridistribuendo guadagni e perdite tra le imprese esistenti. In questa situazione, alcune imprese si espandono, altre falliscono e altre ancora devono adattarsi. Inizialmente l'output totale non aumenta; tuttavia, una volta che le nuove imprese iniziano a operare, l'offerta di beni di consumo sul mercato cresce fino a raggiungere un punto, dal quale l'attività imprenditoriale poi rallenta e si ferma. In particolare, si avrà una maggiore massa di beni i quali, pur tenuto conto dei più elevati costi di produzione, debbono essere venduti ad un prezzo più basso, conducendo infine alla deflazione per il fatto che gli imprenditori si trovano in grado di estinguere i propri debiti e per il fatto che le banche, cercheranno di propria iniziativa di limitare la concessione dei crediti, consentendo al sistema di cercare un nuovo equilibrio.

⁸² Il termine non si riferisce solo al cambiamento tecnologico nella produzione di beni già esistenti, ma include anche l'introduzione di nuovi beni, l'apertura di nuovi mercati o fonti di approvvigionamento, l'ottimizzazione del lavoro.

⁸³ Sweezy, P. M. (1943). *Professor Schumpeter's Theory of Innovation*. The Review of Economics and Statistics, 25(1), 93–96.

⁸⁴ Mankiw, N. Gregory, Mark P. Taylor. (2015). "Macroeconomia", Zanichelli.

⁸⁵ Stammati, G. (1946). Un problema particolare della teoria dei cicli economici. Rivista Internazionale Di Scienze Sociali, 17/18, 262–279.

Schumpeter presenta il modello come una rappresentazione di un processo economico autosufficiente, organizzato in unità, separate da periodi di equilibrio. Ogni unità di questo processo attraversa due fasi distinte: una fase di allontanamento dall'equilibrio, guidata dall'attività imprenditoriale, e una fase di avvicinamento ad un nuovo equilibrio.

Le due fasi del processo economico corrispondono a ciò che comunemente si associa a periodi di prosperità e recessione nei cicli economici. Attraverso il funzionamento del modello, Schumpeter afferma di essere in grado di riprodurre la sequenza di eventi tipica dei cicli economici. Questo approccio mira a fornire una comprensione più profonda del processo di evoluzione economica nel capitalismo, evidenziando come le fasi di prosperità e recessione siano intrinsecamente connesse alla natura ciclica dell'economia.

Pertanto, Schumpeter mette quindi in discussione l'idea comunemente accettata che il progresso conduca ad una crescita lineare e stabile dell'economia e che i cicli economici siano causati esclusivamente da errori di giudizio o da eccessi comportamentali; sostenendo invece che il progresso, specialmente quando interpretato attraverso l'innovazione, introduce instabilità nell'economia, rendendola ciclica per natura e andando a generare una sorta di moto perpetuo economico, in cui ogni fase del ciclo tende a produrre la fase successiva. È proprio l'innovazione ad essere l'elemento dominante che spiega le fluttuazioni osservate storicamente e statisticamente nei cicli economici, pur ammettendo che potrebbero esserci altre cause che contribuiscono alla formazione dei cicli economici e che la sua applicabilità deve ancora svilupparsi pienamente. Questo punto di vista contrasta sia con l'opinione pubblica, sia con le teorie economiche prevalenti, che tendono a separare il concetto di progresso dalle fluttuazioni economiche, trattando i cicli di prosperità e depressione come fenomeni distinti o addirittura contrari al progresso.

Rispetto a quanto suggerito da alcune teorie, l'economista osserva che gli imprenditori tendono a rimanere ottimisti anche durante i periodi di crisi, sforzandosi di anticipare la ripresa economica. Ne consegue che le fluttuazioni di ottimismo e pessimismo non sono cause indipendenti dei cicli economici, ma reazioni a determinate condizioni economiche.

Questo approccio sfida l'idea che i cicli economici debbano necessariamente seguire un modello temporale fisso per essere considerati tali, introducendo invece il concetto di "irregolarità interna"; per Schumpeter la durata di ciascuna fase dipende da diversi fattori, come la natura delle innovazioni, la struttura dell'organismo industriale che risponde a queste innovazioni e le condizioni economiche prevalenti.

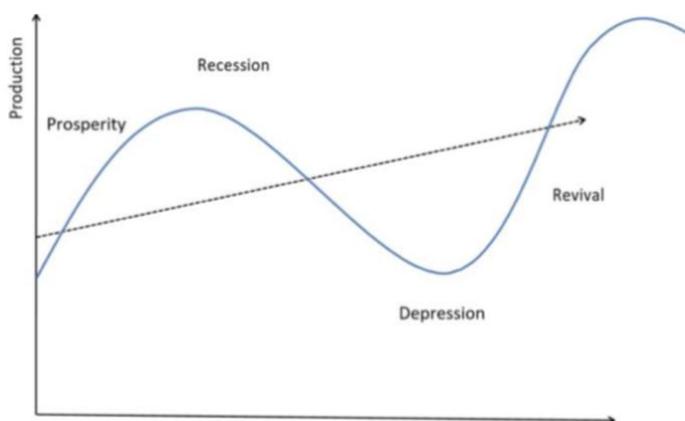
Nella realtà dei fatti non sono solo presenti unicamente due fasi e all'interno di una di queste possono anche verificarsi più onde. Per esempio, dopo l'introduzione delle innovazioni nell'economia, si genera un aumento immediato delle spese sia per i produttori, sia per i consumatori, portando ad una fase di prosperità. Durante questa fase, si osserva un'ondata secondaria di comportamenti speculativi e di espansione del credito, alimentati dall'ottimismo e dalle aspettative di ulteriori aumenti dei prezzi, che però può condurre a situazioni di sovraindebitamento, in particolare quando i prestiti non sono utilizzati per aumentare la produttività. Le aziende esistenti reagiscono alla crescente domanda e molte di queste iniziano a speculare, non coscienti dei limiti di questa crescita. In tal modo, la continua speculazione può provocare un boom economico, alimentato

da ulteriori prestiti che finanziano l'espansione delle attività; tuttavia, questa congiuntura espansionistica è destinata ad arrestarsi e può generare perdite quando le aspettative non si avverano.

Nel precedente esempio l'onda primaria è legata alle innovazioni e alla loro diffusione nell'economia mentre l'onda secondaria, caratterizzata dalla speculazione e dall'espansione del credito, si sovrappone agli effetti dell'innovazione, spesso amplificandone sia le dinamiche di crescita, sia i rischi di instabilità. Gli effetti di quest'ultima sono quantitativamente più importanti di quelli dell'onda primaria e anche molto più facili da osservare; sono infatti ciò che colpisce all'occhio per primo.

Il crollo della prosperità secondaria è innescato dal rallentamento del processo di innovazione, che necessita di un periodo di transizione per eliminare le imprese obsolete e per adeguare prezzi, quantità e valori di nuovo equilibrio. Questo meccanismo di liquidazione e adeguamento può diventare eccessivamente doloroso e indurre crisi finanziarie, accelerando ulteriormente la discesa in una fase di depressione economica. Pertanto, sono introdotte le fasi di Depressione e Recupero (o Rivitalizzazione). La prima porta ad una distruzione di risorse che avrebbero potuto sopravvivere in assenza di liquidazione anormale, mentre la fase di Recupero rappresenta il tentativo del sistema economico di ritrovare un nuovo equilibrio, inevitabilmente diverso da quello che si sarebbe potuto raggiungere senza la fase depressiva a causa dei cambiamenti causati dalla depressione stessa. La ripresa nel settore industriale è facilitata dal fatto che le aziende tendono a sfruttare le opportunità di business che emergono anche durante la depressione, come ad esempio la disponibilità di fattori di costo a prezzi più bassi, che possono incoraggiare nuovi investimenti; ciononostante, non è garantito che il processo depressivo si fermi da solo e perciò la ripresa può essere aiutata da fattori esterni o da interventi governativi. Le fasi del ciclo economico non sono semplicemente divisioni descrittive, ma rappresentano periodi distinti guidati da dinamiche specifiche: prosperità caratterizzata da innovazione e spese degli imprenditori che generano espansione economica; recessione in cui il sistema economico si adatta e assorbe le deviazioni dalla norma; la fase di depressione, in cui le aspettative negative dominano, spingendo il sistema lontano dall'equilibrio e l'ultima fase del ciclo, la ripresa, nella quale il sistema economico tende verso un nuovo equilibrio, regolando le quantità e i valori verso la normalità.

Figura 2.1



Fonte: Slim, A. (2019). *Economic Cycles by Josef Schumpeter. Economic theory and Globalization, 125-142.*

Alla luce di queste considerazioni, il modello dell'economista austriaco considera l'impatto dei cicli economici precedenti, riconoscendo che ogni fase economica contiene elementi residui da precedenti periodi di prosperità e depressione e dai quali inevitabilmente dipende. Abbandona l'assunzione di concorrenza perfetta ed equilibrio perfetto all'inizio, riconoscendo che il mondo economico è caratterizzato "sin dall'inizio" da imperfezioni (della disoccupazione, della concorrenza, dei disequilibri...).

Attraverso la sua *Business Cycle* (1939), dopo esser tornato più volte nel corso della propria vita sull'argomento a partire da *The Theory of Economic Development* (1934), Schumpeter cercò di integrare nuovi contributi teorici emersi nel tempo: in particolare quelli di economisti come Juglar, Kondratieff, Kitchin, Crum, Kuznets e Mitchell, arrivando alla conclusione che i cicli del prodotto non coincidessero necessariamente con quelli economici e che le innovazioni variano in qualità. Inizialmente, la sua attenzione era concentrata sulle crisi economiche viste come eventi catastrofici isolati. Con il tempo, ispiratosi al lavoro di economisti come Clement Juglar (1819-1905), essa si è spostata verso la comprensione dei movimenti ondulatori asimmetrici, costituiti da periodi alternati di prosperità e liquidazione, con queste ultime viste come reazioni del sistema economico agli eccessi delle fasi precedenti. Juglar viene riconosciuto come precursore dell'analisi moderna dei cicli economici per il suo uso sistematico delle serie storiche, focalizzandosi sui cicli del credito come contributo ai cicli economici e rendendo la sua analisi una base consistente per i cicli economici. Il suo lavoro evidenzia come le fluttuazioni del credito, alimentate da comportamenti speculativi e da una gestione imprudente delle risorse finanziarie, siano intrinsecamente legate alle oscillazioni più ampie dell'attività economica.⁸⁶ Sia Juglar che Schumpeter consideravano le crisi economiche come temporanee, riconoscendo che, nonostante i danni, queste sono inseparabili dal capitalismo. Quest'ultimo però non vedeva le recessioni come produttive, ma credeva che avessero un effetto positivo sulla selezione naturale delle imprese e delle banche, lasciando sopravvivere solo quelle più solide.

Con il passare del tempo, alcuni studiosi hanno iniziato a riconoscere e accettare l'esistenza di molteplici movimenti ondulatori sovrapposti, cambiando così radicalmente l'approccio allo studio dei cicli economici.

Spiethoff (1873-1957) ha osservato in Inghilterra e in Germania l'esistenza di svariate epoche durante l'800', caratterizzate prevalentemente da lunghe prosperità o da depressioni, definendole come unità maggiori.

Fu però l'economista sovietico Nikolaj Dmitrievič Kondrat'ev (1892-1938), inizialmente focalizzandosi unicamente sull'andamento dei prezzi, e successivamente anche sulle variazioni della produzione, a portare il fenomeno delle fluttuazioni economiche all'attenzione della comunità scientifica internazionale e ad analizzare sistematicamente tutto il materiale a sua disposizione, partendo dal presupposto della presenza di onde lunghe, caratteristiche del processo capitalistico, che durano circa 50-60 anni l'una. Secondo lui, ciascuna ondata rappresenta un'importante impennata di innovazione e dinamismo imprenditoriale ed era straordinariamente ottimista riguardo al potenziale produttivo di lungo periodo del capitalismo. Egli data a partire dalla fine degli anni 1780 al 1844-1851 la prima onda lunga coperta dal suo materiale, con un picco nel 1810-17⁸⁷ (tabella

⁸⁶ Legrand, M. D. P., & Hagemann, H. (2007). *Business cycles in Juglar and Schumpeter*. The history of economic thought, 49(1), 1-18.

⁸⁷ De Simone, E., (2014). *Storia economica. Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli

2.1). Per trovare questi intervalli ha innanzitutto cercato di eliminare i cambiamenti di lungo periodo, concentrandosi sui movimenti più rapidi. In secondo luogo, ha diviso i dati originali per la popolazione, ha appianato poi i dati attraverso metodi matematici. Infine, ha cercato i punti in cui l'economia cambiava direzione, identificando così l'inizio e la fine di ciascuno dei suoi lunghi cicli. Ha notato che questi cicli erano associati a grandi cambiamenti, come nuove invenzioni, guerre e cambiamenti nel modo in cui i paesi commerciano tra loro. Secondo l'economista, prima di una lunga fase ascendente, avvengono profondi mutamenti nella realtà economica (e non solo), come cambiamenti tecnologici, variazioni monetarie e produttive. C'è però bisogno che vengano soddisfatte alcune condizioni, come ad esempio un basso livello dei prezzi, cui consegue un'elevata propensione al risparmio, un'offerta relativamente ampia di capitale di prestito a bassi tassi di interesse. Questo periodo è caratterizzato da brevi depressioni e incrementi, oltre a guerre e rivoluzioni; le depressioni erano una parte necessaria del processo capitalista. Furono un periodo di distruzione creativa, durante il quale vecchi prodotti, aziende e imprenditori furono eliminati e furono concepiti nuovi prodotti. La fase di discesa dei cicli lunghi è invece caratterizzata da una congiuntura depressionaria particolarmente pronunciata in settori come l'agricoltura.⁸⁸

Tabella 2.1

SERIE TEMPORALI ANALIZZATE DA KONDRATIEFF (Indice di prezzo)

	Punto più basso	Punto più alto	Punto più basso	Punto più alto	Punto più basso	Punto più alto
Gran Bretagna						
Prezzi all'ingrosso	1789	1814	1849	1873	1896	1920
Prezzi dei titoli	1790	1816	1844	1874	1897	1920
Stipendi dei contadini	1790	1812-17	1844	1875	1889	1921
Stipendi dei tessitori	...	1810	1850	1874	1890	1921
Francia						
Prezzi all'ingrosso	...	...	...	1873	1896	1920
Stipendi dei tessitori	...	...	1849	1874	1895	...
USA						
Prezzi all'ingrosso	1790	1814	1849	1866	1896	1920

Fonte: Garvy, G. (1943). *Kondratieff's Theory of Long Cycles*. *The Review of Economics and Statistics*, 25(4), 203–220.

Ci sono diverse incongruenze legate all'approccio di Kondratieff. La prima concerne il suo fallimento nello stabilire che le onde lunghe esistono come qualcosa di più di un fenomeno monetario. Il secondo problema riguarda l'eliminazione della tendenza, scartatala come se fosse irrilevante per la discussione, tralasciando anche l'aumento drastico del PIL dal 1820 ai giorni nostri. Il terzo problema è che il metodo della doppia scomposizione da lui usato nelle serie temporali per eliminare i trend, offusca il riflesso dei principali eventi storici: la cronologia di Kondratieff non presta attenzione all'impatto della Prima Guerra Mondiale, e successivamente gli analisti dell'onda lunga tendono a ignorare la catastrofica recessione del 1929-1933 e anche la Seconda Guerra Mondiale⁸⁹.

⁸⁸ Garvy, G. (1943). *Kondratieff's Theory of Long Cycles*. *The Review of Economics and Statistics*, 25(4), 203–220.

⁸⁹ Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles*. New York: McGraw-hill.

Schumpeter trasse ispirazione dalle teorie dell'economista russo, tanto che iniziò ad utilizzarle nelle proprie teorie. Così come la maggior parte degli analisti dell'onda lunga, ha posto l'accento principalmente sulle caratteristiche autonome del processo capitalistico e ha detto molto poco sul ruolo dello stato nella vita economica. Quando menzionava il governo, di solito era per disprezzare la sua perversità, come nel suo attacco al *New Deal* di Roosevelt: per l'austriaco la forza trainante della vita economica era unicamente l'imprenditorialità.

Altri studiosi ancora, come Kuznets⁹⁰ (1901,1985) e Wardwell⁹¹, hanno presentato prove dell'esistenza di movimenti con periodi medi più lunghi del ciclo di Juglar, identificando cicli di circa 25 e 15 anni.

Joseph Kitchin ha invece identificato un ciclo di circa 40 mesi, e l'ha denominato "ciclo Kitchin"⁹². Esso è stato analizzato attraverso lo studio su tassi di sconto commerciali, prezzi all'ingrosso e tassi di interesse, per la Gran Bretagna e gli Stati Uniti durante il periodo tra il 1890 e il 1922⁹³ (tabella 2.2) . Il supporto di Wesley Mitchell⁹⁴ (1874-1948), basato sull'analisi di serie sistematiche americane, conferma la presenza di questo ciclo con una durata media di 42,05 mesi.

Tabella 2.2

LUNGHEZZE PER CICLO IN ANNI

	1890-1913		1890-1922
	Cicli Singoli	Media 3 cicli	Media di tutti
Compensazioni U.S.	2,67 a 4,25	2,94 a 3,75	3,29
Compensazioni G.B.	2,50 a 4,00	3,00 a 3,75	3,30
Prezzi U.S.	2,41 a 4,67	3,19 a 4,00	3,31
Prezzi G.B.	2,33 a 4,87	3,22 a 3,90	3,28
Tassi d'interesse U.S.	2,67 a 4,25	3,03 a 3,72	3,32
Tassi d'interesse G.B.	2,83 a 4,16	3,03 a 3,69	3,37

Note: "Cicli singoli" mostra l'intervallo di anni tra i picchi dei cicli economici individuali. La "Media di 3 cicli" calcola la lunghezza media di tre cicli economici consecutivi combinati. La compensazione è un'operazione interbancaria che comporta lo scambio di titoli di credito emessi su un ente finanziario e regolati da un secondo istituto attraverso operazioni di accredito o addebito.

Fonte: Kitchin, J. (1923). Cycles and Trends in Economic Factors. The Review of Economics and Statistics, 5(1), 10–16.

Per Schumpeter le diverse unità cicliche potrebbero non essere indipendenti l'una dall'altra, poiché dopo il successo di un'innovazione, è più probabile che la successiva ondata di novità inizi nello stesso campo o in

⁹⁰ Il contributo principale di Kuznets alla comprensione dei cicli economici è stato l'identificazione di ciò che lui chiamava "lunghe oscillazioni". Egli scoprì che queste erano associate a periodi di alta e bassa crescita economica, spesso correlate a cambiamenti demografici o strutturali nell'economia. A differenza di Kondratieff, che enfatizzava il ruolo delle forze economiche esterne, Kuznets prestava maggiore attenzione alle strutture economiche interne e ai processi. Era inoltre particolarmente interessato a come questi fattori contribuissero all'ascesa o al declino della disuguaglianza economica all'interno di una società.

⁹¹ Wardwell, C. A. R. (1927). *An Investigation of Economic Data for Major Cycles*. University of Pennsylvania.

⁹² Kitchin ha osservato che questi cicli di breve durata erano prevalentemente causati da variazioni nelle scorte delle imprese. In periodi di ottimismo economico, le aziende tendono ad accumulare scorte, che poi devono smaltire quando la domanda cala, portando a un calo dei prezzi e ad un rallentamento dell'attività economica. La sua teoria ha sottolineato l'importanza delle decisioni manageriali sulle scorte e della psicologia del mercato nell'influenzare l'attività economica.

⁹³ Kitchin, J. (1923). *Cycles and Trends in Economic Factors*. The Review of Economics and Statistics, 5(1), 10–16.

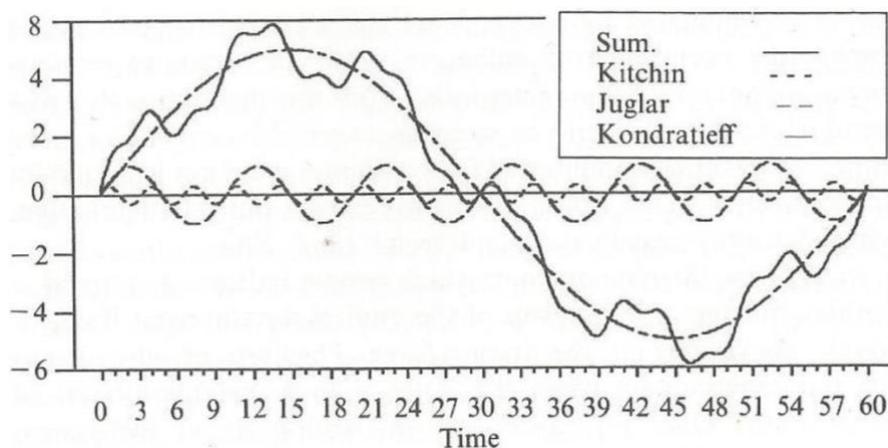
⁹⁴ Nel proprio lavoro, Mitchell ha enfatizzato l'importanza della componente empirica nello studio dei cicli economici preferendo l'analisi, il confronto dei dati economici, e la costruzione di un quadro basato su una serie di indicatori economici piuttosto che su teorie astratte. Ha sottolineato la complessità e la natura spesso imprevedibile delle economie reali e ha indicato che ogni ciclo economico si sviluppa in un contesto unico, rendendo impossibile trovare una causa singola che si adatti ad ognuno.

uno adiacente. Queste sequenze di cicli possono avere somiglianze e relazioni tra loro che tendono a fondersi in un'unità superiore. Una sequenza di cicli, indipendenti tra loro o meno, può risultare da processi che hanno effetti oltre a quelli mostrati nei cicli stessi, come la Rivoluzione Industriale, che ha cambiato fundamentalmente la struttura economica e sociale della società con caratteristiche cicliche.

La decisione di adottare uno schema a tre cicli, nominati in base alle ricerche di Kondratieff, Juglar e Kitchin, non rappresenta l'introduzione di una nuova ipotesi che sostituisca quella del singolo ciclo, ma piuttosto una scelta pratica per facilitare l'analisi. Questa garantisce una copertura sufficientemente ampia dei fenomeni ciclici, rappresentando cicli brevi, medi e lunghi; inoltre, ciascun ciclo scelto ha un significato storico e statistico concreto.

Schumpeter postula che ogni ciclo di Kondratieff contenga un numero intero di Juglars e ogni Juglar contenga un numero intero di Kitchins, nello specifico circa sei Juglars per ogni Kondratieff e tre Kitchins per ogni Juglar. Questo presupposto deriva dalla natura dei processi che generano la molteplicità dei cicli, dove le onde di innovazione di breve durata tendono a organizzarsi attorno a onde di durata più lunga, creando unità superiori attraverso la sequenza delle loro fasi. Questo modello di cicli sovrapposti consente un'analisi più dettagliata e specifica dei fenomeni economici, pur mantenendo una visione coerente dell'evoluzione economica come processo guidato dall'innovazione.

Figura 2.2



Schumpeter, J. A. (1939). Business cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process.

L'economista delinea un modello in cui i cicli economici di diverso ordine si influenzano a vicenda, con i cicli più lunghi che forniscono una sorta di "quartiere di equilibrio" per quelli più brevi. A differenza del modello precedente, che prevede irregolarità nella sequenza dei cicli dovuta alla varietà delle innovazioni che li formano, l'economista riconosce ora che i cicli più brevi possono sorgere in situazioni disturbate dagli effetti dei cicli più lunghi in corso. La reazione dei singoli riflette le peculiarità delle onde: quelle corte come Kitchins

sono direttamente percepibili e influenzano le decisioni aziendali, mentre le lunghe sono viste come periodi prolungati e le cui condizioni permangono nel tempo⁹⁵.

Secondo i suoi critici, i principali punti deboli della teoria delle onde lunghe di Schumpeter, ignorando la sua incapacità di dimostrare la loro esistenza nel mondo reale, erano tre⁹⁶:

- non spiegava perché l'innovazione e la spinta imprenditoriale si sarebbero dovute manifestare in cicli regolari piuttosto che in un flusso continuo ma irregolare, un'ipotesi più plausibile per l'analisi che riguarda l'economia nel suo complesso;
- considerava come se tutti i paesi operassero sullo stesso livello di produttività e opportunità tecnologiche; di conseguenza, le sue ondate di innovazione avrebbero influenzato tutti i paesi contemporaneamente;
- ha sopravvalutato la capacità imprenditoriale e la sua importanza come fattore di produzione.

Questo approccio teorico è stato ripreso a partire dagli anni Ottanta da una scuola di economisti, definiti neotecnologici, che riformularono la teoria, arricchendola con le evidenze nel frattempo maturate. Queste mostravano che il periodo che si colloca fra l'ultimo decennio del Settecento e gli ultimi decenni del Novecento presenta intervalli di circa mezzo secolo, all'interno di ciascuno dei quali si erano susseguite fasi inflattive e fasi deflattive di durata simile.

Lo studioso inglese Angus Maddison (1926- 2010), analizzando le teorie dei più importanti economisti del XIX e XX secolo, ritiene che i cambiamenti nelle dinamiche di crescita non debbano essere ricercate in onde sistematiche, quanto in disturbi specifici di carattere *ad hoc*. I principali shock hanno cambiato lo sviluppo capitalista: talvolta avevano un'origine più o meno accidentale ed a volte si sono verificati perché sono crollati alcuni accordi (ad esempio, il regime di cambio fisso di Bretton Woods). Questo processo ha anche subito l'influenza di grandi trasformazioni: l'aumento dei livelli di reddito e il cambiamento dei modelli di domanda e produttività hanno mutato la struttura della produzione e dell'occupazione. Un'altra grande variazione nella vita economica è stato il ruolo regolatore crescente del governo, che opera per stabilizzare il flusso di spesa e di reddito; poi ancora, il cambiamento nella dimensione media delle imprese e del ruolo dei sindacati, il grado in cui il commercio, i capitali e la migrazione sono soggetti a restrizioni.

In particolare, l'economista britannico afferma di interessarsi ai principali cambiamenti nella dinamica della crescita piuttosto che alle oscillazioni di breve termine, andando ad analizzare i dati sui principali fattori di 16 paesi nell'epoca capitalista (1800-dopo il 1973) e confrontando il ritmo del progresso con quello della precedente epoca mercantile-capitalista (1500-1820). Ottenne quindi cinque fasi identificate da sette indicatori: tasso di disoccupazione, tasso di crescita del volume della produzione, produzione pro capite, esportazioni, variazioni cicliche sia della produzione sia delle esportazioni e tasso di variazione dei prezzi al consumo. Ciascuna fase presenta inoltre cinque "caratteristiche del sistema" non quantificabili, tra cui gli approcci politici di base e l'ambiente istituzionale che condizionano la performance della crescita. Infatti, lo slancio della

⁹⁵ Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles*. New York: McGraw-hill.

⁹⁶ Maddison, A. (2007). *Fluctuations in the momentum of growth within the capitalist epoch*. *Cliometrica*, 1(2), 145-175.

crescita nella prima fase (1820-1870) fu molto più rapido di quello dell'epoca del capitalismo mercantile e accelerò ancora leggermente tra il 1870 e il 1913. Il periodo 1913-1950 fu il periodo in cui le prestazioni furono peggiori a causa dei tre shock estremi che lo caratterizzarono (Prima, Seconda guerra mondiale e crisi del '29). La fase successiva al 1973 si colloca generalmente come la seconda migliore. La performance è ben al di sotto di quella del periodo 1950-1973 in quasi tutti gli aspetti importanti, ma le economie sono state molto più stabili in termini reali rispetto a prima del 1950, e la crescita della produzione pro-capite è stata significativamente migliore. La transizione da una fase all'altra è stata causata da shock di sistema; alcuni erano dovuti al deterioramento prevedibile di una caratteristica fondamentale di una fase precedente, ma i tempi del cambiamento erano solitamente governati da eventi esogeni o accidentali non prevedibili⁹⁷.

2.2 Gli effetti ciclici dell'industrializzazione e le politiche economiche per attenuarne le criticità

La comparsa delle crisi economiche fu una delle caratteristiche principali del nuovo mondo industrializzato. In precedenza, le società agrarie erano soggette a crisi di sottoproduzione, scatenate da periodi di scarsità nei raccolti che influenzavano negativamente tutti i settori economici. L'era industriale ha introdotto le crisi di sovrapproduzione. Queste seguono un modello ricorrente: iniziano con un periodo di alta domanda e aumento dei prezzi, spingendo le aziende ad incrementare la produzione e a richiedere prestiti bancari per finanziare l'espansione; tuttavia, è difficile stabilire fino a quale punto spingere la produzione; perciò, si corre il rischio di generare più di quanto si riesca a vendere con il risultato di avere surplus di merci invendute. Questo scenario causa difficoltà finanziarie alle imprese, che non sono in grado di ripagare i debiti, portando a fallimenti, perdita di posti di lavoro e l'avvio di una crisi economica⁹⁸. L'industrializzazione all'interno della storia economica ha sempre rivestito un ruolo di primaria importanza proprio perché le sue innovazioni hanno cambiato per sempre il modo di vivere; come sappiamo, è proprio durante le fasi di recessione, depressione e ripresa che le innovazioni introdotte nella fase di prosperità maturano e si sviluppano pienamente, portando a una riorganizzazione generale dell'industria e del commercio ed all'esplorazione completa di nuove opportunità⁹⁹. L'industrializzazione è sempre stata più di un semplice avvenimento, influenzando totalmente il sistema economico mondiale. Anche dopo la Seconda Rivoluzione industriale, l'economia mondiale visse un periodo definito come "grande depressione"; in realtà anche questa è frutto di un evento dovuto all'industrializzazione: accadde che le nuove tecnologie consentissero un aumento senza precedenti della produzione, una dilatazione dell'offerta cui non seguiva una crescita altrettanto rapida del mercato (la domanda), ed il risultato fu una diminuzione dei prezzi, che però non fermava la crescita della produzione (tabella 2.3). Per tutelare i mercati nazionali dalla concorrenza straniera, i governi innalzarono le barriere protezionistiche, garantendo comunque ai singoli stati un allargamento della base produttiva e del mercato nazionale. Allo stesso modo, ma a parti

⁹⁷ Maddison, A. (2007). Fluctuations in the momentum of growth within the capitalist epoch. *Cliometrica*, 1(2), 145-175.

⁹⁸ De Simone, E., (2014). *Storia economica. Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli

⁹⁹ Kuznets, S. (1940). *Schumpeter's business cycles*. *The American Economic Review*, 30(2), 257-271.

invertite, i cicli economici influenzano le industrie, nello specifico quelle che producono beni, in particolare durevoli (sia di consumo, sia di produzione), a causa delle caratteristiche degli stessi: essendo beni costosi e durevoli, sono spesso pianificati e rimandati in condizioni di incertezza.

Tabella 2.3 EFFETTI DELLA GRANDE DEPRESSIONE: MOVIMENTI DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE NEGLI ANNI 30' (%)

	1929-32	1932-37	1929-37
Giappone	2	74,4	71
Grecia	1	49,5	51
Finlandia	17	79,5	49
Ungheria	23	77,9	37
Danimarca	9	47,2	34
Gran Bretagna	17	49,3	24
Germania	42	100,0	16
Austria	39	73,7	6
Italia	33	49,2	-
Belgio	31	36,2	6
Stati Uniti	46	70,3	8
Olanda	38	46,7	9
Francia	31	4,3	28

Fonte: Freeman, C., & Louçã, F. (2018). The fourth Kondratiev wave: The great depression and the age of oil, automobiles, motorization, and mass production.

I cicli solitamente hanno diverse variabili che aumentano o diminuiscono insieme, ma a ritmi diversi, come produzione, impiego, redditi reali e vendite, mentre altre come ore lavorate a settimana o cambiamenti nei prezzi delle materie prime industriali, tendono a salire e scendere corrispondentemente ma con vari gradi di anticipo. Ci sono anche variabili che invece seguono le espansioni e le contrazioni economiche con un certo ritardo, come i rapporti tra scorte e vendite. Attraverso lo studio dei cicli economici è per esempio possibile attribuire una parte della variazione nel PIL mondiale osservata, nello specifico: le onde di Kondratieff spiegano il 20% delle variazioni del PIL mondiale, cioè gli andamenti di questi cicli si allineano o sono associati a circa un quinto delle variazioni totali nel tempo del PIL mondiale; perciò, una parte significativa delle fluttuazioni nel PIL mondiale può essere attribuita ai cicli a lungo termine. Di contrasto i cicli Juglar hanno un impatto minore (3-4% della variazione), perché a causa della loro breve durata, incorporano in maniera minore gli eventi, non rappresentando i cambiamenti profondi nell'economia: la capacità dei cicli Juglar di spiegare solo una piccola percentuale della variazione totale del PIL riflette la molteplicità delle forze all'opera nell'economia globale¹⁰⁰.

¹⁰⁰ Korotayev, A. V., & Tsirel, S. V. (2010). *A spectral analysis of world GDP dynamics: Kondratieff waves, Kuznets swings, Juglar and Kitchin cycles in global economic development, and the 2008–2009 economic crisis*. Structure and Dynamics, 4(1).

Le fluttuazioni economiche sono frequentemente interpretate¹⁰¹ come il risultato di cambiamenti in fattori esogeni osservabili (variabili)¹⁰² o shock casuali non osservabili (errori). Negli USA i tassi di crescita monetaria tendono a precedere i picchi e i minimi dei cicli economici ma con intervalli altamente variabili e mediamente lunghi; inoltre, il denaro mostra una tendenza sistematica a crescere più velocemente nelle espansioni economiche rispetto alle contrazioni. A tal proposito vengono discussi numerosi dibattiti, concludendo che sia l'assunzione di piena esogenità del denaro, sia l'assunzione di piena endogenità sono ipotesi irrealistiche¹⁰³. Dal punto di vista strettamente creditizio, l'andamento a lungo termine dei prezzi segue il modello previsto dai cicli di Kondratieff, caratterizzato da un aumento dei prezzi durante i periodi di prosperità e una diminuzione successiva. Tuttavia, ci sono anche stati periodi con aumenti di prezzi che contraddicono le aspettative attribuibili a fattori esterni, come nel 1834-1836 a causa delle politiche jacksoniane¹⁰⁴, la prima vera forma di democrazia americana e che mostravano ostilità verso il controllo centralizzato della creazione di credito, contribuendo a un'eccessiva espansione del credito oltre il normale ciclo Juglar. La creazione di credito ha però un ruolo essenziale nel finanziare l'innovazione e si tramuta a sua volta in pratiche bancarie spregiudicate, considerate come l'unica metodologia disponibile in assenza di risultati sufficienti da precedenti cicli evolutivi. Nonostante gli aumenti di produzione bilancino l'espansione del credito, esercitando una pressione al ribasso sui prezzi, le politiche monetarie e bancarie potrebbero gravare sulle fluttuazioni cicliche, richiedendo processi aggiuntivi di liquidazione e accentuando le crisi che potrebbero essere state più miti in assenza di tali politiche. In risposta a queste dinamiche, gli agenti economici devono operare in un ambiente caratterizzato da maggiore volatilità proprio a causa delle dinamiche del ciclo di credito¹⁰⁵.

Alcune volte però, le politiche di stabilizzazione monetaria o gli shock esterni non influenzano i ritmi ciclici dell'economia: un esempio è dato dalla guerra civile americana; nonostante abbia causato effetti simili a quelli della poi successiva Prima Guerra mondiale (tabella 2.4), ha generato un boom economico positivo; inoltre, non ci fu una contrazione del credito ma un'espansione, continuando a crescere (tabella 2.5). Quindi anche in presenza di perturbazioni significative, l'economia capitalista mostra una notevole resilienza e continua a evolversi seguendo un proprio ritmo dinamico, con periodi di prosperità, recessione e ripresa.

¹⁰¹ Kydland e Prescott (1980,1982), Lucas (1976), Amit Friedman (2004).

Friedman, A., & Suchoy, T. (2004). The Nairu in Israel: An unobserved components approach. *Israel Economic Review*, 2(2), 125-154.

¹⁰² Le variabili politiche importanti come la base monetaria, le aliquote fiscali e le spese del governo federale sono tradizionalmente trattate come esogene, sebbene ciò non possa essere strettamente vero, poiché oltre ad influenzare l'economia, sono chiaramente influenzate da essa

¹⁰³ Zarnowitz, V. (1991). *What is a business cycle?* (No. w3863). National Bureau of Economic Research.

¹⁰⁴ Il termine fa riferimento alla filosofia politica del settimo presidente degli Stati Uniti d'America, Andrew Jackson. Essa coltiva una visione patriottica, esaltata dal sacrificio, dalla forza e dall'eroismo di guerra, concepiti come strumenti di salvaguardia degli interessi nazionali. Dal punto di vista economico, rifletteva la sfiducia del presidente verso le banche centrali. Negli anni '30 del 1800 adottò misure per ridurre il potere della Second Bank of the United States, all'epoca banca centrale nazionale, incrementando invece quello delle banche statali, che adottarono pratiche poco rigorose. La politica di Jackson culminò nella "Specie Circular" del 1836, un decreto presidenziale che richiedeva che tutti gli acquisti di terreni federali fossero pagati in oro o argento, piuttosto che con assegni bancari o banconote. La sua gestione portò tuttavia alla crisi del 1837, una delle peggiori nella storia degli Stati Uniti. Dick, T., & Floyd, J. E. (1997, July). *Capital Imports and the Jacksonian Economy: A New View of the Balance of Payments*. In third World Congress of Cliometrics, Munich, Germany.

¹⁰⁵ Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles* (Vol. 1, pp. 161-174). New York: McGraw-Hill.

Tabella 2.4 STIME NELLE PERDITE DEL CONSUMO PRO CAPITE
ATTRIBUITE ALLA GUERRA CIVILE AMERICANA

	Pedita in dollari (1960)	Perdita percentuale effettiva
1861	8	7%
1862	13	12%
1863	20	19%
1864	25	25%
1865	31	32%
1869	27	25%
1874	19	16%
1879	13	9%
1884	13	8%
1889	12	8%
1894	11	7%
1899	12	6%
1904	13	7%
1909	14	6%

Fonte: O'Brien, P. K. (1988). *The Economic Effects of the American Civil War*. Macmillan Education.

Tabella 2.5 TASSI DI CRESCITA ANNUALI
DEL PRODOTTO LORDO
STATUNITENSE, 1874-1904

	PIL U.S.
1874-1884	2,79
1879-1889	1,91
1884-1894	0,96
1889-1899	1,15
1894-1904	2,30
1874-1904	2,01

Fonte: Ransom, R. L. (2001). *The economics of the Civil War*. *EH. net Encyclopedia*, 24(8), 2001.

Stessa cosa per il periodo successivo alla Grande guerra: le dinamiche dell'evoluzione capitalista sono rimaste attive, anche se la politica protezionista degli anni successivi, nel lungo termine ha contribuito a plasmare le dinamiche economiche, concludendo nella crisi economica di fine anni '30. Situazione diversa è proprio per la Prima Guerra mondiale che ha interrotto i normali cicli economici (se la guerra non avesse interrotto i normali cicli economici, la fine del 1916 e l'inizio del 1917 avrebbero potuto dare il via alla fase di prosperità del terzo ciclo di Juglar all'interno del corrente periodo di Kondratieff. Invece, l'impatto della guerra ha ritardato e modificato questa dinamica, portando a una crisi economica nel 1921, causando deviazioni temporanee (tabella 2.6) ma significative dalle tendenze prevedibili. Nonostante ciò, anche in questo caso l'economia si autocorreggerà, tendendo, a ritornare ai suoi cicli più ampi (tabella 2.7).

Tabella 2.6 IL CAMBIAMENTO IN TEMPO DI GUERRA DEL PIL REALE: 1913-1918, PER NAZIONE

	Gran Bretagna	Stati Uniti	Austria	Russia	Francia	Italia
1913	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
1914	92,3	101,0	85,2	94,5	92,9	99,9
1915	94,9	109,1	80,9	95,5	91,0	111,8
1916	108,0	111,5	81,7	79,8	95,6	125,4
1917	105,3	112,5	81,8	67,7	81,0	131,3
1918	114,8	113,2	81,8	-	63,9	133,3

Fonte: MBroadberry, S., & Harrison, M. (Eds.). (2005). *The economics of world war I*. Cambridge University Press.

Tabella 2.7 CRESCITA DEL PIL REALE, 1913-1929

Stati neutrali	% crescita	Stati combattenti	% crescita
Svezia	1,9	Gran Bretagna	0,7
Finlandia	2,4	Francia	1,9
Danimarca	2,7	Italia	1,7
Svizzera	2,8	Belgio	1,4
Norvegia	2,9	Germania	1,2
Olanda	3,6	Austria	0,3

Fonte: MBroadberry, S., & Harrison, M. (Eds.). (2005). *The economics of world war I*. Cambridge University Press.

Ma come si diffondono i cicli economici nello spazio? La diffusione contrappone due categorie di paesi: quelli maggiormente sviluppati, notoriamente in cui si originano le onde cicliche e i paesi meno sviluppati, principalmente produttori di materie prime o a sviluppo economico ritardato.

I secondi, danneggiati dal deflusso di capitali dei paesi più sviluppati, quando entrano in depressione per mancanza di domanda o di investimenti, a loro volta finiscono per influenzare in maniera sfavorevole la situazione dei primi, poiché questi dipendono a loro volta dai rapporti con gli altri prima citati. Storicamente, per combattere la depressione interna, vengono emanate politiche restrittive alle importazioni, in modo da isolare l'economia interna dall'ambiente esterno ed aprendosi maggiormente verso i prodotti nazionali. Se molti paesi però intraprendono la stessa politica, i vantaggi apparenti possono essere controproducenti e si potrebbe influenzare il commercio mondiale, così come avvenuto durante l'epoca protezionistica nel periodo intercorrente tra le due guerre mondiali: le restrizioni commerciali tendono a diffondersi e rischiano di amplificare ulteriormente la depressione economica a livello internazionale danneggiando l'economia. Per contrastare la depressione economica originatasi altrove, secondo lo schema formulato dall'economista Ragnar Nurkse (1907-1959), l'espansione dell'attività produttiva deve essere accompagnata da una compensazione interna per il calo delle esportazioni. La politica dell'economista statunitense trova però due principali ostacoli: la costituzione e il mantenimento di riserve, sufficienti a stimolare la domanda interna in momenti depressivi, e, la struttura produttiva del paese in questione, che nel caso di un cosiddetto "paese periferico", possa incentrarsi principalmente sulle esportazioni. A questo punto l'unico modo attuabile per riuscire a superare questi periodi di depressioni potrebbe realmente essere l'investimento da parte di istituzioni internazionali, attraverso programmi di sviluppo¹⁰⁶.

Già dopo la Seconda guerra mondiale si parlava di questa tematica. Nel 1945 la Società delle Nazioni, che andava incontro alla propria transizione verso l'Organizzazione delle Nazioni Unite, pubblica alcuni rapporti sulla transizione dall'economia di guerra a quella di pace. Nello specifico, in uno di questi, la Delegazione sulle Depressioni Economiche enfatizza la propria preoccupazione riguardo le fluttuazioni cicliche nell'attività economica nel lungo termine. A livello nazionale fa affidamento sulla finanza pubblica, nell'internazionale è

¹⁰⁶ Calcaterra, E. (1955). *La diffusione dei cicli economici nello spazio ed i mezzi di politica economica di contenimento*. Rivista Internazionale Di Scienze Sociali

un forte sostenitore della continuazione del lungo periodo di investimento da parte dei paesi ricchi verso i paesi poveri.

Per evitare l'insorgere di depressioni a livello mondiale, il paese che sperimenta un declino ciclico nella domanda per le sue esportazioni dovrebbe coprire le proprie carenze con riserve, sforzandosi di mantenere la propria capacità di importazione, ricorrendo a misure correttive solo se il declino sia accompagnato da una diminuzione delle riserve o da condizioni deflazionistiche nel paese.

Per fronteggiare queste sfide, il rapporto esprime il bisogno di azioni correttive internazionali, con l'obiettivo di evitare che i singoli paesi agiscano singolarmente, ma seguendo la linea degli accordi di Bretton Woods, mirando dunque all'espansione delle riserve di moneta globale nel sistema e il coordinamento delle politiche di occupazione nazionali.¹⁰⁷

Dall' "European Recovery Program", il piano per la ripresa Europea di Marshall del 1947¹⁰⁸, fino ai giorni nostri con il NextGenerationEU¹⁰⁹, le nazioni si sono rese conto che per contrastare una situazione di crisi avrebbero dovuto collaborare: si sono quindi diffusi i cosiddetti *recovery plan*, misure di ripresa internazionali, presentati come un modo per attenuare gli effetti di un rallentamento. Senza ombra di dubbio, il piano più noto del dopoguerra riguarda la crisi finanziaria iniziata nel 2007. In questo contesto specifico i governi mondiali e le banche centrali hanno implementato varie misure per sostenere il settore finanziario, a rischio di collasso. Per avere successo però, i piani sono tenuti a rispondere a specifiche condizioni: devono rientrare in un pacchetto più ampio, affinché ci possa essere una ripresa l'obiettivo non è operare in proprio, ma volgere uno sguardo verso l'intero sistema finanziario; devono essere utilizzate misure tempestive e mirate; si dovrebbe cercare di facilitare, dove possibile, riforme sostanziali. Infine, i provvedimenti dovrebbero essere progettati in modo da non compromettere la capacità futura di gestire il debito e finanziare le spese pubbliche¹¹⁰.

2.3 Una correlazione tra rivoluzioni industriali e cicli economici

Schumpeter, in accordo con gli storici economici moderni, critica l'uso del termine "rivoluzione industriale" quando è limitato ad essere descritto come un singolo evento o un'idea esplosa improvvisamente nel mondo moderno, in quanto le rivoluzioni sono dettate da e seguono l'andamento ciclico mondiale. Questo andamento si fonda sulla durata tecnologica delle innovazioni. Ognuna di esse presenta un proprio ciclo di sviluppo che passa dalla scoperta all'effettiva innovazione, seguendo poi la fase di diffusione e di obsolescenza. Quando il

¹⁰⁷ Robertson, D. H. (1945). *Review of League of Nations. Economic Stability in the Post-war World*. The Economic Journal

¹⁰⁸ Il piano Marshall rappresentò uno degli interventi politico-economici statunitensi volti alla ricostruzione europea post Seconda Guerra Mondiale. Gli Stati Uniti optarono per finanziare l'Europa al fine di ricoprire i costi della sua ricostruzione e favorirne la crescita economica, frenando allo stesso tempo l'avanzata del comunismo.

¹⁰⁹ Piano di rilancio volto a supportare l'Unione Europea nella riparazione dei danni economici e sociali provocati dalla crisi sanitaria del coronavirus

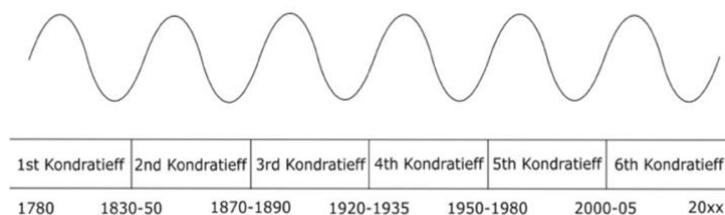
¹¹⁰ Dury, D., Langenus, G., Van Cauter, K., & Van Meensel, L. (2009). *The economic recovery plans*. Economic Review, (iii), 59-73.

mercato è saturo e l'innovazione non accresce più i rendimenti, il ciclo incontra la propria fase discendente¹¹¹. Ad esempio, il rallentamento dell'economia mondiale che si verificò fra gli anni Sessanta e Settanta dell'Ottocento (la fase discendente del ciclo precedente), potrebbe spiegarsi come conseguenza dell'esaurimento della spinta propulsiva delle tecnologie della prima rivoluzione.

Queste a loro volta non seguono un percorso lineare o uniforme nel tempo: la diffusione può variare significativamente nel tempo e nello spazio, influenzando diversamente le economie geografiche.

Riprendendo il pensiero degli economisti moderni, però, è possibile suddividere il periodo iniziato con la rivoluzione industriale britannica in cinque fasi distinte, e la chiave d'interpretazione risiederebbe nel concetto di "paradigma tecno-economico", formalizzato nelle analisi di fine Novecento ma di fatto già presente in Schumpeter¹¹².

Figura 2.3



Fonte: Nefiodow, L. A., & Nefiodow, S. (2014). *The sixth Kondratieff: The new long wave in the global economy*. Leo Nefiodow.

In questa parentesi, il processo di innovazione e sviluppo industriale è continuo e interconnesso tra i cicli economici successivi, in quanto il pensiero predominante è che le innovazioni tecnologiche e industriali che guidano l'ascesa e il successo di un ciclo economico tendono ad emergere molto prima dell'inizio effettivo di quel ciclo. Esempio lampante è, come già accennato, l'introduzione delle ferrovie (tra gli anni '20 e '30 del XIX secolo), sviluppate all'interno del primo ciclo di Kondratieff, che avrebbero poi giocato un ruolo cruciale nel successivo, e l'elettrificazione negli anni '80 dell'Ottocento (tra la fase di declino e la ripresa del secondo Kondratieff), che segnò invece l'inizio del terzo ciclo. Concentrarsi però esclusivamente sul volume delle produzioni o sui grandi balzi tecnologici per datare l'inizio della rivoluzione industriale può essere fuorviante in quanto, ad esempio, se si volesse guardare unicamente ai risultati in Inghilterra, si farebbe partire la "rivoluzione" dal primo, dal secondo o anche dal terzo decennio del XIX secolo. Sappiamo però che quest'ultimo periodo è uno "sviluppo derivativo", fase caratterizzata da un'espansione e un'integrazione più ampie di tecnologie e pratiche industriali già esistenti, associato con i downgrade e le riprese di Kondratieff. La prima rivoluzione industriale ingloba pienamente il primo ciclo di Kondratieff: è infatti principalmente un fenomeno britannico (seguito da esperimenti industriali anche nel continente europeo e negli Stati Uniti), segnato da un rapido processo di modernizzazione industriale che porta a un significativo aumento della

¹¹¹ Felice, E., & Corni, G. (2015). *I cicli economici e la seconda rivoluzione industriale*. In Storia d'Europa e del Mediterraneo. Sez. VI. L'età contemporanea. Vol. XIII. Ambiente, popolazioni, economia (pp. 121-156).

¹¹² Dini, F. (2012). *Differenziali geografici di sviluppo: una ricostruzione*. 1-135.

popolazione, urbanizzazione, crescita del reddito e altri effetti tipici dell'industrializzazione, decretando l'inizio di trasformazioni profonde nel tessuto sociale ed economico. Le imprese nascevano e crescevano grazie alle risorse locali, e i modelli di accumulazione e regolazione erano profondamente influenzati dalle condizioni e dalle necessità regionali.

Esaminando esclusivamente il contesto di questa prima rivoluzione industriale, si osserva che il successo delle innovazioni meccaniche e l'introduzione della tecnologia a vapore, adattate e migliorate nel corso del tempo, siano esempi di come le innovazioni tecnologiche maturino e si diffondano attraverso il tessuto industriale ed economico in un processo continuo e ciclico piuttosto che in una singola "rivoluzione". Questo perché il secondo ciclo ha visto carbone e vapore consolidarsi come fonti energetiche principali, tanto che l'innovazione più trasformativa è stata l'applicazione del vapore ai trasporti, rivoluzionando tale settore.

L'innovazione tecnologica e la conseguente apertura di nuovi mercati hanno creato le condizioni per un significativo sviluppo settoriale che, a sua volta, ha contribuito alla crescita economica generale, come negli Stati Uniti, intorno alla fine dell' '800, quando la coltivazione del grano, stimolata dall'abbondanza di credito a cui potevano attingere gli acquirenti e dalla domanda estera, sperimentò un boom che fu uno degli elementi più importanti della prosperità di quel Kondratieff. L'aumento delle dimensioni delle imprese e la riduzione del loro numero favoriscono la formazione di mercati settoriali oligopolistici, cambiando la dinamica tra offerta e domanda e influenzando profondamente l'economia e la società industriali. Allo stesso tempo lo stato diventa un elemento chiave divenendo maggiormente attivo e regolatore.

Sempre guardando il punto di vista statunitense, Schumpeter afferma che nonostante eventi esterni come le guerre possano aver causato fluttuazioni economiche, vi era un ritmo endogeno di crescita o declino che seguiva i cicli Juglar. Questo era guidato dalle innovazioni, come lo sviluppo del cotone e l'espansione dell'energia idroelettrica, o da altri cambiamenti industriali che hanno fatto in modo che l'economia continuasse a procedere indipendente, seguendo il modello Juglar, anche quando fattori esterni provocavano recessioni o prosperità temporanee¹¹³.

Proprio il terzo ciclo è probabilmente l'esempio perfetto per descrivere ciò che è stato detto: nonostante sia caratterizzato da una maggiore discontinuità rispetto ai precedenti, poiché ingloba la Prima Guerra mondiale e la Grande Depressione del 1929, è allo stesso tempo rivoluzionario, comprendendo innovazioni significative come l'elettricità, il motore a scoppio, la nascita del fordismo e tutte le altre citate nel primo capitolo.

Allo stesso tempo è curioso osservare come ci sia stato un passaggio di testimone tra Gran Bretagna e Stati Uniti, (concluso nel quarto ciclo alla fine della Seconda guerra mondiale), benché l'innovazione sia continuata ad avanzare adattandosi anche al contesto in questione, come tecnologie di guerra. Tutto ciò, probabilmente è scaturito sia dalla politica statunitense, più veloce ad adottare le nuove tecnologie rispetto a quella inglese che, al contrario, ha adottato una politica maggiormente conservatrice; sia al supporto governativo, come nel caso degli Stati Uniti ha spesso supportato l'espansione industriale e tecnologica attraverso investimenti in infrastrutture, e incentivi all'innovazione; sia dal contesto sociale e industriale poiché gli USA hanno promosso

¹¹³ Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles* (Vol. 1, pp. 161-174). New York: McGraw-hill.

un modello di economia di consumo di massa, creando un vasto mercato interno per i prodotti standardizzati a basso costo; infine, a causa dell'impatto del paese oltreoceano come potenza economica dopo le due guerre mondiali¹¹⁴.

È quindi vero anche che le significative trasformazioni economiche, sociali e istituzionali che ciascuna rivoluzione industriale ha introdotto, hanno prodotto effetti rilevanti sul ciclo e sulle sue peculiarità. In particolare, nel periodo successivo alle guerre mondiali, che preannuncia lo sviluppo della terza rivoluzione industriale, mutano le dinamiche di mercato, influenzate dalla concentrazione industriale in alcuni settori e dalla differenziazione dei prodotti. Di conseguenza, le imprese hanno acquisito un maggior potere di mercato rispetto alla determinazione dei prezzi dei prodotti; risulta infatti che sia i prezzi industriali sia i salari abbiano acquisito rigidità, nonostante la flessibilità dei prezzi delle materie prime.¹¹⁵

I settori cardini che aprono le porte alle rivoluzioni industriali del dopoguerra sono prima la microelettronica e il mercato del software, che negli anni '70 stavano emergendo e sviluppandosi tecnologicamente e commercialmente con l'avvento dei personal computer e Internet, piattaforma su cui si sviluppano mercati immateriali, servizi logistici e reti aziendali. Il nuovo assetto tecnologico ha riclassificato i cicli industriali, delocalizzando la produzione e portando un cambiamento significativo nella struttura produttiva, superando così il precedente modello produttivo centrato sull'industria pesante e su una produzione localizzata. Viene introdotto il concetto di finanziarizzazione¹¹⁶, ossia l'aumento dell'influenza del settore finanziario sull'economia reale che¹¹⁷, insieme alla delocalizzazione produttiva, è stato una strategia chiave per la ristrutturazione economica.¹¹⁸ Il periodo quindi che ha visto un'espansione finanziaria negli anni Ottanta e che ha trovato la propria depressione nella crisi del 2008 ha i caratteri di una fase di Kondratieff. È in questo ciclo (il quinto per esattezza, secondo il modello Schumpeteriano) che si colloca la cosiddetta globalizzazione, intesa come "riorientamento strategico delle scelte di investimento, capace di produrre una discontinuità geografica e, insieme, una profonda ridefinizione delle "regole del gioco" del mercato". A differenza del secondo e del quarto ciclo però che hanno visto una maggiore continuità tecnologica senza cambiamenti di leadership globale, un nuovo paradigma tecnologico potrebbe determinare una trasformazione simile a quella che ha permesso agli Stati Uniti di emergere come leader mondiale. Molti, infatti, si domandano se il periodo che stiamo vivendo stia seguendo logica dei cicli economici di Kondratieff e Schumpeter all'interno dell'era

¹¹⁴ Dini, F. (2012). *Differenziali geografici di sviluppo: una ricostruzione*. 1-135.

¹¹⁵ Sylos Labini, P. (1983). *Nuovi aspetti dello sviluppo ciclico dell'economia*.

¹¹⁶ La finanziarizzazione è un processo attraverso il quale il settore finanziario guadagna un ruolo sempre più predominante nell'economia di un paese o a livello globale. Prevede: la liberalizzazione dei movimenti di capitale, quel processo attraverso il quale le restrizioni sui flussi di capitali internazionali vengono eliminate o ridotte, facilitando la mobilità dei capitali; l'apertura dei mercati finanziari, che ha contribuito a integrare ulteriormente i mercati finanziari globali, ma ha anche aumentato la possibilità di contagio finanziario; l'aumento della speculazione finanziaria, in cui gli investimenti sono realizzati unicamente sulla previsione dei movimenti futuri dei prezzi; maggiore instabilità sistemica, poiché attraverso l'interconnessione dei mercati finanziari globali, gli shock paese possono facilmente propagarsi attraverso il sistema finanziario globale, degenerando in crisi finanziarie che possono avere gravi ripercussioni sull'economia reale. Molti studiosi ritengono che l'eccessiva finanziarizzazione del sistema, causata dalla predominanza di intermediari e strumenti finanziari nell'economia, sia stata il fattore scatenante della crisi economica globale del 2007-08.

¹¹⁷ Di Gaspare, G. (2011). *Teoria e critica della globalizzazione finanziaria*. Dinamiche del potere finanziario e crisi sistemiche. Cedam.

¹¹⁸ Sivini, G. (2011). *La finanziarizzazione del capitale produttivo*.

industriale, o se possa aprire un nuovo intervallo storico in cui l'industria viene ridimensionata o subordinata ad altre forme di economia coerentemente da come avvenuto in passato per l'agricoltura e per il commercio¹¹⁹.

¹¹⁹ Dini, F. (2012). *Il quinto ciclo (dagli anni Novanta del Novecento)*. 121-127.

CAPITOLO 3: L'Industria 5.0, la storia si ripete?

3.1 L'impatto dell'industria 5.0 sui parametri macroeconomici

Il capitolo precedente si è concluso con un insieme di domande sui futuri scenari dell'economia mondiale. L'unica certezza sono i ritmi molto elevati con cui si procede e le continue invenzioni tecnologiche che costringono le imprese rivedere continuamente le proprie strategie aziendali e imprenditoriali in ottica futura. Gli studi¹²⁰ dimostrano che le tecnologie dirompenti hanno un enorme potenziale che deve essere ancora liberato: nel prossimo decennio la nuova industria potrebbe generare entrate per le società pari a 100 trilioni di dollari. La società di consulenza strategica McKinsey stima che l'uso della tecnologia per migliorare l'innovazione e lo sviluppo dei prodotti potrebbe incrementare i ricavi, con un potenziale aumento che varia da 166 miliardi di dollari a 477 miliardi di dollari, con un ampliamento dei margini di profitto per una somma da 8 a 25 miliardi di dollari attraverso una ricerca e sviluppo (R&S) più mirata ed efficiente¹²¹. Inoltre, l'analisi sottolinea il ruolo chiave dei prodotti connessi nell'aumentare i ricavi dell'industria, con una crescita stimata tra i 34 miliardi e i 95 miliardi di dollari. Poiché allo stesso tempo i costi relativi ai sensori, al calcolo e alla connettività si stanno riducendo quotidianamente, la tecnologia viene sfruttata dalle aziende leader per reinventare i loro prodotti e servizi ed accrescere la propria quota di mercato¹²².

L'impiego di tecnologie innovative nel campo aziendale consente alle imprese di essere più reattive alle dinamiche di mercato, migliorando l'efficienza, riducendo i costi e aumentando la soddisfazione del cliente. L'informatizzazione¹²³ permette alle imprese di migliorare l'efficienza operativa in vari modi:

- adeguando e prevedendo la domanda di mercato, attraverso la possibilità di elaborare grandi quantità di dati di vendita storici e tendenze di mercato;
- monitorando in tempo reale lo stato della catena di approvvigionamento, dalla disponibilità delle materie prime fino alla consegna del prodotto finito. Insomma, tutto ciò, consente alle aziende di ridurre i tempi di inattività e migliorare la logistica, assicurando che i prodotti giusti siano disponibili al momento giusto.
- attraverso l'automazione della produzione, che consente alle aziende di adattare rapidamente i processi produttivi in base alle fluttuazioni della domanda.

¹²⁰ Lacy, P., Long, J., Spindler, W., Lacy, P., Long, J., & Spindler, W. (2020). *Disruptive technologies*. The Circular Economy Handbook: Realizing the Circular Advantage, 43-71.

Kasinathan, P., Pugazhendhi, R., Elavarasan, R. M., Ramachandaramurthy, V. K., Ramanathan, V., Subramanian, S., ... & Alsharif, M. H. (2022). *Realization of Sustainable Development Goals with Disruptive Technologies by Integrating Industry 5.0, Society 5.0, Smart Cities and Villages*. Sustainability, 14(22).

World Economic Forum. (2016). *\$100 Trillion by 2025: the Digital Dividend for Society and Business*. [online] Consultato da: <https://www.weforum.org/press/2016/01/100-trillion-by-2025-the-digital-dividend-for-society-and-business/>

¹²¹ Atluri, V., Eaton, J., Kamat, M., Rao, S., & Sahni, S. (2018). *Tech-enabled disruption of products and services: The new battleground for industrial companies*. McKinsey Co.

¹²² Atluri, V., Eaton, J., Kamat, M., Rao, S., & Sahni, S. (2018). *Tech-enabled disruption of products and services: The new battleground for industrial companies*. McKinsey Co.

¹²³ Per informatizzazione si intende l'introduzione e l'applicazione di sistemi informatici in un settore d'attività

Queste, quando implementate, possono portare a una crescita macroeconomica sostenibile, aumentando il PIL del Paese¹²⁴. Da una prospettiva economica generale, l'applicazione delle tecnologie informative può essere una soluzione ai problemi macroeconomici. Il miglioramento dell'efficienza produttiva e la riduzione di costi operativi, può contribuire a stabilizzare i prezzi al consumo, allo stesso tempo innovazioni e miglioramenti nei processi produttivi possono incrementare la produzione nazionale e il valore aggiunto dei prodotti esportati.¹²⁵ Ci si aspetta che un'ampia gamma di tecnologie di prossima generazione possa comparire nel mercato per i prossimi anni, influenzando indubbiamente le dinamiche economiche. Robotica, *big data analytics*, *cybersecurity*, *cloud computing*, *Internet of things*, realtà aumentata e veicoli autonomi sono tra i settori maggiormente in crescita. Con un CAGR¹²⁶ annuo compreso tra il 12% e il 60%, sono destinati a crescere esponenzialmente ed occupare una fetta di mercato dal valore di migliaia di miliardi di dollari. Tra tutti però, regna l'intelligenza artificiale. La società di consulenza strategica statunitense McKinsey stima che entro il 2030 avrà un impatto sull'economia globale di circa 13 trilioni di USD, generando una capacità produttiva superiore a quella delle macchine a vapore del 1800. Inoltre, si prevede che l'AI contribuirà fino all'1,2% della crescita del PIL ogni anno fino al medesimo anno¹²⁷. I benefici del suo utilizzo sono molteplici e coprono diversi settori. L'intelligenza artificiale potrebbe favorire un miglioramento dell'assistenza sanitaria e lo sviluppo di automobili e altri sistemi di trasporto più sicuri. Allo stesso tempo potrebbe anche facilitare l'accesso all'informazione, all'istruzione e alla formazione, mutati notevolmente dall'epidemia di COVID-19. Potrebbero anche contribuire a rafforzare la democrazia, attraverso prevenzione sulla disinformazione e accesso a informazioni di qualità. Potrebbe facilitare l'emergere di una nuova generazione di prodotti e servizi, anche in settori dove le imprese europee occupano già una posizione consolidata, garantendo maggiore fluidità ai canali di vendita. Uno studio del Parlamento europeo stima che la produttività del lavoro grazie all'intelligenza artificiale potrebbe crescere entro il 2035 per un valore compreso tra l'11% e il 37¹²⁸%. Lo stesso studio analizza ancora un altro beneficio conseguente dall'applicazione dell'AI, ed è quello legato all'ambito *green*. Si stima una riduzione delle emissioni globali di gas serra compresa tra il 1.5% e 4% entro il 2030¹²⁹. Così come i benefici, anche i rischi sono molteplici e coprono diversi ambiti. Responsabilità per i danni provocati da un dispositivo o servizio gestito dall'intelligenza artificiale, decisioni su offerte di lavoro, mancanza di copertura sulla protezione di dati, distorsione della concorrenza e rischi sulla sicurezza sono solo

¹²⁴ Per valutare come i processi informativi influenzino il PIL, si utilizza il Modello di Correlazione e Regressione. Questo riesce a quantificare l'effetto dell'informatizzazione su vari indicatori economici, compreso il PIL, fornendo una base empirica per sostenere l'investimento.

¹²⁵ Kuzior, A., Arefiev, S., & Poberezhna, Z. (2023). *Informatization of innovative technologies for ensuring macroeconomic trends in the conditions of a circular economy*. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, 9(1), 100001.

¹²⁶ Il tasso annuo di crescita composto, più comunemente noto come CAGR dall'acronimo anglosassone Compounded Average Growth Rate, indica l'aumento percentuale medio di un valore nel corso di un determinato periodo. È uno degli indicatori più utilizzati e si distingue per la sua versatilità trovando applicazione in vari settori, dalla finanza alle realtà aziendali, risultando particolarmente prezioso per stimare e valutare in maniera sintetica, su un dato periodo, il guadagno medio di un investimento, l'evoluzione dei ricavi di un'azienda, l'aumento delle vendite di un specifico prodotto, l'incremento del valore del patrimonio personale, e altri scenari simili.

¹²⁷ Kasinathan, P., Pugazhendhi, R., Elavarasan, R. M., Ramachandaramurthy, V. K., Ramanathan, V., Subramanian, S., ... & Alsharif, M. H. (2022). *Realization of Sustainable Development Goals with Disruptive Technologies by Integrating Industry 5.0, Society 5.0, Smart Cities and Villages*. Sustainability, 14(22).

¹²⁸ Parlamento europeo. (2023). *Quali sono i rischi e i vantaggi dell'intelligenza artificiale?*

¹²⁹ Parlamento europeo. (2023). *Quali sono i rischi e i vantaggi dell'intelligenza artificiale?*

alcune di quelle conseguenze derivanti da una programmazione erronea o fraudolenta. Inoltre, è necessario prestare attenzione anche al suo sottoutilizzo, capace di generare svantaggio competitivo, e all'opposto, al suo abuso.

Dal punto di vista lavorativo è vero che l'industria 5.0 ha come obiettivo l'integrazione tra umani e macchine per sfruttare la creatività umana e allo stesso tempo per migliorare le prestazioni del processo. Di conseguenza, è inevitabile che con l'introduzione e l'affermazione di nuove tecnologie capaci di sostituire in maniera più efficiente l'essere umano, quest'ultimo si ritroverà a dover affrontare un cambio di professione. Un nuovo rapporto di McKinsey tenta di quantificare questi cambiamenti imminenti, analizzando come il lavoro potrebbe evolvere nel tempo, affermando che l'AI non eliminerà i posti lavoro nel lungo periodo, anche se nel breve periodo l'occupazione globale potrebbe risentirne. La società di consulenza ha analizzato il mercato statunitense, affermando che sta attraversando un periodo di trasformazione significativa, con l'automazione, gli investimenti infrastrutturali e le tendenze strutturali a lungo termine che ridefiniscono le prospettive di lavoro per milioni di americani. Durante la pandemia il mercato del lavoro ha assistito ad un incremento del 50% di cambiamenti occupazionali rispetto al triennio precedente, per un totale di 8,6 milioni tra il 2019 e il 2022, a causa delle sfide poste dalla pandemia come la chiusura di attività e la riduzione della domanda in certi settori, spingendo le persone a cercare opportunità in campi meno colpiti dalla crisi. Adesso il mercato si è notevolmente ripreso, grazie ai modelli che proprio l'industrializzazione ci offre, come il lavoro da remoto per i dipendenti e l'utilizzo di tecnologie di automazione per i datori di lavoro; comunque, e sempre in continuo cambiamento. L'AI generativa potrebbe aumentare la produttività del lavoro negli USA di 0,5-0,9 punti percentuali all'anno fino al 2030, a seconda dell'adozione¹³⁰. La crescita della produttività negli USA potrebbe raggiungere il 3-4% annuo con l'adozione dell'AI generativa in combinazione con altre tecnologie di automazione. Entro il 2030 le attività che rappresentano fino al 30% delle ore lavorative in tutta l'economia statunitense potrebbero essere automatizzate e potrebbero essere necessarie altre 12 milioni di transizioni professionali. Sommariamente però, mentre diminuirà la domanda di lavori di segreteria in ufficio o di servizio clienti, le discipline scientifico-tecnologiche (STEM), il settore sanitario o quello dei trasporti avranno una maggiore crescita di domanda. Si stima rispettivamente una crescita pari al 30% per i servizi sanitari, 23% per le STEM, con il bisogno di sviluppatori di software, analisti di sistemi informatici e scienziati dei dati, mentre 9% per i servizi di trasporto spinto dall'e-commerce.¹³¹

3.2 Il ruolo dell'Industria 5.0 per un'economia sostenibile e circolare

Nel primo capitolo è stato affrontato il tema della sostenibilità, uno dei pilastri fondamentali adottati dalla

¹³⁰ Ellingrud, K., Sanghvi, S., Madgavkar, A., Dandona, G. S., Chui, M., White, O., & Hasebe, P. (2023). *Generative AI and the future of work in America*.

¹³¹ Ellingrud, K., Sanghvi, S., Madgavkar, A., Dandona, G. S., Chui, M., White, O., & Hasebe, P. (2023). *Generative AI and the future of work in America*.

Commissione Europea in merito allo sviluppo dell'industria 5.0. In un mondo dove l'incremento della popolazione e l'incessante processo di urbanizzazione stanno crescendo esponenzialmente, l'attenzione ambientale assume un ruolo chiave, soprattutto per evitare il raggiungimento di una condizione irreversibile, che comprometterebbe i bisogni delle generazioni future. Si ritiene che l'industria 5.0 sia emersa per contrastare gli effetti sociali ed ambientali negativi della transizione industriale in corso, promuovendo così un progresso eco-compatibile. Infatti, il suo obiettivo è ottimizzare l'utilizzo delle risorse attraverso le tecnologie disruptive, con l'ausilio di sensori intelligenti, dispositivi interconnessi e analisi avanzate dei dati per monitorare e controllare in tempo reale il consumo di energia, riducendo gli sprechi e migliorando l'efficienza energetica. Il concetto di *Sviluppo Sostenibile* è stato proposto per la prima volta nel 1987 dalla Commissione mondiale sull'ambiente e lo sviluppo all'interno del rapporto Brundtland, caratterizzato da una logica di lungo periodo, in cui si affermava che lo sviluppo doveva essere in grado di assicurare il soddisfacimento dei bisogni della generazione attuale, senza pregiudicare il soddisfacimento dei bisogni delle generazioni future. Nel 2015 invece le Nazioni Unite hanno definito una serie di obiettivi da raggiungere entro il 2030, denominati SDG (*Sustainable Development Goals*). I 17 SDGs abbracciano e riguardano tutti gli aspetti della sostenibilità su scala globale, dalla povertà ai cambiamenti climatici, passando per la promozione di un'industrializzazione inclusiva e sostenibile che favorisca l'innovazione. Il carattere innovativo è stato proprio il superamento della concezione che intendeva la sostenibilità come solo un problema ambientale¹³².

Le tecnologie *disruptive*, proprio per la loro potenzialità di cambiamento, hanno la possibilità di essere sfruttate per il raggiungimento degli SDGs attraverso l'industria 5.0. Tra gli SDGs "altamente influenzati" dalle tecnologie *disruptive*, e che a loro volta possono promuovere progressi in altri obiettivi, sono rispettivamente:

- SDG 3 – Salute e benessere: le tecnologie come intelligenza artificiale, robotica o Internet delle cose creano la possibilità di rivoluzionare il sistema sanitario monitorando la salute con più facilità, migliorando l'accesso alle cure, la qualità dei servizi sanitari e l'efficienza delle diagnosi.
- SDG 8 – Lavoro dignitoso e crescita economica: come già citato nello scorso paragrafo, la produttività è destinata ad aumentare, anche se persistono ancora dubbi sul futuro delle attività lavorative. Nonostante ciò di sicuro negli ultimi anni c'è stata una ricerca su nuovi regimi lavorativi, come la settimana lavorativa di quattro giorni (sebbene non sia chiaro se possa impattare positivamente sulla produttività, sono resi possibili benefici ambientali con una pianificazione e un'azione fattiva e consapevole per indirizzare il tempo e le risorse risparmiate in modo sostenibile¹³³).
- SDG 9 – Industria, innovazione e infrastrutture: grazie alle nuove tecnologie l'industria diviene più efficiente e competitiva.
- SDG 11 – Città e comunità sostenibili: la digitalizzazione e le tecnologie intelligenti possono trasformare le città, riducendo l'impatto ambientale e elevando la qualità della vita dei cittadini.

¹³² Riva, M. G. (2018). *Sostenibilità e partecipazione: una sfida educativa*. Pedagogia oggi, 16(1).

¹³³ Campbell, T. T. (2023). *The four-day work week: A chronological, systematic review of the academic literature*. Management Review Quarterly, 1-17.



Fonte: Ministero della Salute. (2021)

Una seconda categoria è composta invece da quegli SDGs che invece traggono benefici parziali dalle tecnologie disruptive. Per ottenere il completo raggiungimento dell'obiettivo necessitano di una serie di interventi. Fanno parte di questa categoria: SDG 1 – povertà zero, SDG 2 - Fame zero, SDG 4 - Istruzione di qualità, SDG 6 - Acqua pulita e servizi igienico-sanitari, SDG 7 - Energia pulita e accessibile, SDG 12 - Consumo e produzioni responsabili. Infine, i rimanenti costituiscono una terza catalogazione. Essi sono influenzati in modo indiretto, cioè solo tramite l'interazione fra loro.¹³⁴

Il perseguimento di questa visione è percepito come uno stimolo per lo sviluppo di città intelligenti, che utilizzano la tecnologia per diventare più resilienti e sostenibili, anche se per la piena realizzazione occorre intraprendere un approccio olistico che coinvolga diversi settori oltre alla tecnologia, come la politica, l'economia, la sicurezza, e l'accettazione sociale.

A fine 2019, la Commissione Europea, dopo aver proclamato lo stato di emergenza climatica, e dopo aver richiesto all'Unione Europea di garantire che tutte le proposte siano in accordo con l'obiettivo di contenere l'incremento della temperatura globale a meno di 1,5°C rispetto ai livelli preindustriali, ha pubblicato il patto "Green Deal" o "Patto Verde", quale sfida contro i cambiamenti climatici e degrado ambientale con l'obiettivo di conseguire una significativa riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. L'iniziativa promossa è stata riesaminata nel 2021, a seguito della crisi pandemica, con lo scopo di trasformare l'Europa nel primo continente al mondo a raggiungere l'impatto climatico zero entro il 2050. Finanziato da un terzo dei 1800 miliardi di euro previsti dagli investimenti del piano per la ripresa NextGenerationEU, dal bilancio settennale dell'UE e dal Fondo per la transizione giusta, il patto permesso l'adozione di una serie di proposte per riformare le politiche dell'UE in ambito climatico, energetico, dei trasporti e fiscale, allo scopo di abbattere le emissioni nette di gas serra di almeno il 55% entro il 2030 rispetto ai livelli del 1990.

Allo stesso tempo però è necessario che le imprese, già abbastanza strette dalle nuove e severe normative ecologiche, non vadano a perdere la propria competitività nel panorama economico mondiale. Per questo

¹³⁴ Kasinathan, P., Pugazhendhi, R., Elavarasan, R. M., Ramchandaramurthy, V. K., Ramanathan, V., Subramanian, S., ... & Alsharif, M. H. (2022). *Realization of Sustainable Development Goals with Disruptive Technologies by Integrating Industry 5.0, Society 5.0, Smart Cities and Villages*. Sustainability, 14(22).

motivo nel 2023 è stato presentato il “piano industriale del Green Deal”. L’obiettivo è quello di “aumentare la produzione di tecnologie pulite nell’Unione Europea, creare nuovi posti di lavoro verdi e garantire che l’Unione sia ben attrezzata per la transizione verso l’energia pulita. Inoltre, favorire condizioni migliori per avviare progetti a zero emissioni nette in Europa e attrarre investimenti”¹³⁵.

Per raggiungere un risultato efficace, è comunque fondamentale che il settore industriale adotti pratiche di economia circolare che minimizzino gli sprechi e l’impatto ambientale, promuovendo il riciclo, il riutilizzo e la trasformazione delle proprie risorse. Secondo la definizione della Ellen MacArthur Foundation, economia circolare è «un termine generico per definire un’economia pensata per potersi rigenerare da sola». Per questo motivo viene introdotto il concetto di bioeconomia circolare. Si tratta di un ripensamento totale e radicale rispetto al modello produttivo tradizionale, basato sull’ipersfruttamento delle risorse naturali ed è focalizzato esclusivamente sulla massimizzazione dei profitti attraverso la riduzione dei costi di produzione. Si basa infatti sull’esistenza di due tipi di flussi di materiali: quelli biologici, che possono essere reintegrati nella biosfera, e quelli tecnici, progettati per essere riutilizzati senza immettersi nella biosfera, e prevede un’analisi critica e globale di ogni tappa del processo produttivo, valorizzando sia gli aspetti legati al capitale naturale, come risorse primarie e impatti ambientali, sia aspetti sociali come lavoro e benessere, sia quelli economici come investimenti e ricavi¹³⁶.

Per massimizzare a pieno i benefici della bioeconomia circolare, le aziende devono sfruttare le tecnologie digitali con lo scopo di raggiungere gli obiettivi mirati all’ottimizzazione dell’uso delle risorse, la minimizzazione dei rifiuti e il taglio delle emissioni. In questo contesto, l’industria manifatturiera emerge come uno dei settori maggiormente interessati, poiché nel XX secolo è stato definito come uno dei principali contributori al peggioramento della scarsità di risorse e dell’emergenza climatica¹³⁷. Paesi come gli Stati Uniti, la Germania, il Giappone, la Corea del Sud e la Cina hanno implementato politiche per promuovere l’innovazione verde digitale nel settore manifatturiero. Questa rappresenta un’intersecazione tra: l’adozione di tecnologie digitali avanzate, come i *big data*, l’internet delle cose e l’intelligenza artificiale e l’impegno verso la sostenibilità ambientale; permettendo in questo modo alle aziende di creare valore economico pur avendo un impatto positivo sull’ambiente. Mediante la “creazione di conoscenza verde digitale”, cioè il processo attraverso il quale le aziende generano nuove informazioni e soluzioni combinando innovazione ecologica e tecnologie, l’economia reale, potenziata dalla tecnologia digitale, muterà. Questo cambiamento non è semplicemente un’evoluzione tecnologica, ma una rivoluzione nel modo in cui le aziende operano, innovano e competono¹³⁸. L’impatto positivo delle tecnologie nella transizione verso la bioeconomia può concretizzarsi solo se si supera l’ostacolo della lentezza nella digitalizzazione, in particolare tra le PMI. Non si tratta solo di un cambiamento a livello aziendale (anche attraverso anche la creazione di specifici Comitati sulla sostenibilità

¹³⁵ Commissione Europea. (2021). *Realizzare il Green Deal Europeo*. [online]. Consultato da: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it

¹³⁶ Mondini, G. (2019). *Valutazioni di sostenibilità: dal rapporto Brundtland ai Sustainable Development Goal*. Valori e Valutazioni, (23).

¹³⁷ M Taisch. (2021). *Il manifatturiero diventa sostenibile con il digitale: ecco come*. [online]. NetworkDigital360

¹³⁸ Yin, S., & Yu, Y. (2022). *An adoption-implementation framework of digital green knowledge to improve the performance of digital green innovation practices for industry 5.0*. Journal of Cleaner Production, 363, 132608.

in ambito di Governance), per quanto sia necessaria l'assenza di un interesse di facciata, ma è essenziale creare una "cultura digitale sostenibile". È indispensabile che questa visione influisca sulle scelte consumatori, consapevoli di essere membri di una comunità più ampia, venga supportata dai governi attraverso incentivi e politiche ecologiche, e sia sostenuta dai lavoratori, formati sulle nuove competenze. L'obiettivo finale deve essere quello di sviluppare una rete per la condivisione di conoscenze e competenze nel raggiungimento di un comune obiettivo dello sviluppo sostenibile.

Sebbene l'argomento industria 5.0 sia ancora in "fase embrionale", l'Institution of Chemical Engineers ha rilevato 16 funzioni interconnesse attraverso cui l'Industria 5.0 può aiutare lo sviluppo sostenibile, che variano notevolmente per scopo e caratteristiche, da funzioni microtecniche come la comunicazione in tempo reale a funzioni macro-operative; una fra tutte l'adattabilità della catena di approvvigionamento. Esse operano meglio quando sono sviluppate in combinazione piuttosto che singolarmente. Ad esempio, l'integrazione della catena di approvvigionamento è più efficace quando è supportata da comunicazioni in tempo reale e da processi decisionali basati sui dati, facilitando una gestione della stessa. Esiste inoltre un ordine ottimale in cui dovrebbero essere sviluppate per massimizzare l'efficacia nel raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ed è determinato dalle relazioni di precedenza tra le funzioni, in cui alcune di esse devono essere stabilite come fondamenta prima che altre possano essere pienamente realizzate. Questa visione complessiva e stratificata evidenzia come l'Industria 5.0 non si limiti semplicemente a un upgrade tecnologico rispetto all'Industria 4.0, ma attraverso la realizzazione di queste 16 funzioni interconnesse, l'Industria 5.0 punta a creare un ecosistema industriale che sia non solo avanzato tecnologicamente, ma anche responsabile dal punto di vista sociale e ambientale; anche se non ci è ancora totalmente chiaro di come le industrie e le imprese dovrebbero trasformarsi dall'Industria 4.0 o da precedenti quadri industriali all'Industria 5.0¹³⁹.

3.3 Uno sguardo verso il futuro: dopo pandemia, guerre e crisi energetica, un nuovo paradigma di crescita?

Negli ultimi anni la pandemia di COVID-19 ha rappresentato una sfida imponente, agendo da shock negativo globale che ha coinvolto ogni settore e mercato. Questo evento ha causato un calo stimato delle esportazioni di merci verso i mercati di destinazione per un valore pari a 98 miliardi di dollari, portando a una contrazione del commercio mondiale del 9,2% nel 2020¹⁴⁰.

Le nazioni hanno dovuto cooperare per riuscire a superare la profonda crisi pandemica che ha colpito l'intero mondo. Questo contesto storico ha posto le aziende di fronte alla sfida di affrontare incrementi nei costi, ritardi nelle consegne e scarsità di materiali, cercando nel contempo di soddisfare efficacemente la sempre più elevata

¹³⁹ Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Mubarak, M. F., Mubarik, M., Rejeb, A., & Nilashi, M. (2022). *Identifying industry 5.0 contributions to sustainable development: A strategy roadmap for delivering sustainability values*. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 716-737.

¹⁴⁰ Ikram, M., & Sayagh, Y. (2023). *The consequences of COVID-19 disruption on sustainable economy in the top 30 high-tech innovative countries*. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 24(2), 247-269.

domanda, con la maggior parte della produzione delocalizzata. Le tecnologie *disruptive* hanno svolto un ruolo cruciale nel funzionamento della società. L'ampliamento dei mercati, facilitato da queste tecnologie, ha reso più accessibile reperire beni fondamentali come i farmaci, consentendo alle persone la possibilità di mantenere alti i propri stili di vita, pur adattandosi ad una nuova quotidianità. L'accesso ad informazioni salvavita, il lavoro da remoto, le piattaforme di shopping online e consegna di cibo a domicilio, sono solo alcuni degli aspetti che hanno beneficiato di queste innovazioni. Le applicazioni dei dati di localizzazione, inoltre, hanno aiutato i ricercatori e gli operatori sanitari a comprendere la diffusione e la tracciabilità del virus. Tali esempi mostrano la resilienza che la tecnologia può offrire in tempi di pandemia. L'emergenza sanitaria globale ha reso evidente che l'uso di tecnologie digitali sia divenuto parte del funzionamento della società e dell'economia, ponendo al centro le esigenze umane e garantendo inclusività in ogni sfera della vita. Gli shock esogeni, come il Covid, possono diventare terreno fertile per opportunità innovative, a seguito dei cambiamenti ambientali e industriali che si verificano. Questo concetto è in linea con la visione di Schumpeter della "distruzione creatrice", secondo cui alcune aziende rispondono a questi cambiamenti riorganizzando le risorse in modo da sviluppare soluzioni innovative e, di conseguenza, sfruttare nuove opportunità¹⁴¹. Da un'indagine condotta su oltre 11.000 imprese in 28 paesi, sia prima che dopo la dichiarazione ufficiale del Covid-19 come crisi globale, emerge che, sebbene il 52% delle aziende abbia tagliato gli investimenti a causa della pandemia, ciò non ha impedito l'adozione di tecnologie digitali né rallentato i progetti di digitalizzazione¹⁴². L'introduzione di sistemi digitali può infatti ridisegnare i modelli di business e le operazioni delle aziende, migliorando così le loro performance, specialmente in periodi di shock esogeni, poiché crea la possibilità di aumentare la flessibilità dei prodotti e servizi, semplificare le connessioni tra le aziende e ridurre le divisioni tra i vari settori.

Sebbene vi sia una crescente evidenza che le aziende innovative possano migliorare le loro prestazioni durante gli shock esogeni, non tutti i tipi di innovazione hanno la stessa importanza per la crescita delle vendite durante una crisi. In particolare, si evidenzia che le aziende che sviluppano innovazioni di prodotto, servizio o processo, si allineano meglio con le richieste di cambiamento dei loro clienti e altri stakeholder, permettendo alle aziende di guadagnare, almeno temporaneamente, in condizione di monopolio. Al contrario, le innovazioni organizzative e di marketing potrebbero non portare alla crescita delle vendite o, addirittura, avere un effetto dannoso, attribuito dalla complessità dell'implementazione delle innovazioni organizzative e alla facile replicabilità delle innovazioni di marketing da parte dei concorrenti¹⁴³.

Le tecnologie digitali consentono alle aziende di rispondere più rapidamente alle fluttuazioni della domanda e alle interruzioni dell'offerta durante le crisi, portando così alla crescita delle vendite. L'uso dei social media e delle tecnologie digitali collaborative migliora lo scambio di informazioni e rafforza la coordinazione e l'integrazione con i partner esterni, consentendo un accesso a dati più accurati che accelerano la reazione ai

¹⁴¹ Schumpeter, J. A. (2013). *Capitalism, socialism and democracy*. routledge.

¹⁴² Krammer, S. M. (2022). Navigating the New Normal: Which firms have adapted better to the COVID-19 disruption?. *Technovation*. 110, 102368.

¹⁴³ Ganotakis, P., Angelidou, S., Saridakis, C., Piperopoulos, P., & Dindial, M. (2023). *Innovation, digital technologies, and sales growth during exogenous shocks*. *Technological Forecasting and Social Change*. 193, 122656.

cambiamenti ambientali e di mercato. Alcune tipologie di tecnologie digitali, oltre ad avere il potere di impattare direttamente sull'aumento delle vendite, necessitano di operare insieme a diversi tipi di innovazione, per influenzare la crescita complessiva delle aziende in periodi di crisi. Tuttavia, altre, possono scoraggiare la crescita delle vendite, facendo risultare che le tecnologie digitali non amplificano sempre l'effetto dell'innovazione e, quindi, non consentono alle aziende di sfruttare costantemente il potenziale di tutte le loro attività innovative durante gli shock esogeni. Inoltre, queste devono necessariamente essere considerate come parte della strategia di innovazione dell'azienda e non come una funzione separata. Gli strumenti e le infrastrutture digitali funzionano meglio quando sono pienamente integrati nell'organizzazione, permettendo un migliore allineamento con le strategie aziendali, soprattutto in momenti critici. Questo approccio potrebbe aiutare a ridurre le difficoltà di esternalizzazione dei servizi a partner esterni e migliorare l'allineamento strategico durante le crisi.

In aggiunta alla crisi pandemica, che ha messo in evidenza la necessità di adattamento e innovazione, l'attuale conflitto tra Russia e Ucraina rappresenta un ulteriore fattore di instabilità mondiale.

L'invasione dell'Ucraina da parte della Russia ha provocato rilevanti ripercussioni sull'economia globale, incidendo particolarmente sull'Europa e influenzando notevolmente i prezzi internazionali di materie prime cruciali, come il gas naturale e il petrolio. L'impatto sui prezzi deriva principalmente dal ruolo predominante della Russia come fornitore; l'Europa, infatti, dipende dalla Russia per circa il 40% del suo approvvigionamento di gas naturale e per il 25% di quello di petrolio¹⁴⁴. L'aggravarsi della situazione ha poi portato ad un marcato aumento dei prezzi dell' "oro nero" e del gas a livello mondiale, evidenziando la posizione dominante della Russia tra i produttori globali di petrolio e combustibili liquidi. Tale aumento ha effetti particolarmente pesanti sia sui Paesi importatori, come l'India, incidendo sul loro deficit del conto, sia sull'andamento economico globale¹⁴⁵. Allo stesso tempo, l'aumento dei prezzi del gas ha causato una "distruzione della domanda" tra le imprese industriali, come i produttori di fertilizzanti, che hanno ridotto la produzione.

In risposta, gli Stati Uniti, l'Unione Europea e altre nazioni occidentali hanno imposto sanzioni di ampia portata e severità verso la Russia, come la disconnessione delle banche russe dal sistema SWIFT¹⁴⁶, restrizioni sulle esportazioni di alta tecnologia e severi limiti sull'uso delle riserve valutarie. Queste misure prevedono un divieto sulle transazioni finanziarie che coinvolgono dollari statunitensi, nonché un forte rallentamento nel commercio di alta tecnologia con gli Stati Uniti e l'Europa. Le sanzioni mirano a penalizzare il governo Putin con conseguenze rilevanti sui flussi commerciali internazionali, e generano ripercussioni sulla riduzione generalizzata degli scambi a livello globale.

¹⁴⁴ Tank, A., & Ospanova, A. (2022). *Economic impact of Russia-Ukraine war*. International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology, 11(4).

¹⁴⁵ Shah, P., & Gedamkar, P. P. (2022). *Effects of Russia-Ukraine war*. Interantional Journal of Scientific Research in Engineering and Management, 6(03), 1-5.

¹⁴⁶ Il sistema Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunications (SWIFT) è una vasta rete di messaggistica utilizzata dalle principali istituzioni finanziarie di oltre 200 paesi che fornisce un sistema di messaggistica sicuro per agevolare i trasferimenti di denaro.

D'altro canto l'Ucraina ha subito ingenti perdite. Le stime indicano che la guerra ha ridotto il suo PIL nel 2022 tra il 35% e il 50%, interrompendo una tendenza di crescita positiva osservata dal 2017 al 2021. Solo in uno scenario ottimistico l'Ucraina potrà raggiungere il livello di PIL prebellico non prima del 2032¹⁴⁷. L'impatto della guerra è complesso e genera un effetto negativo cumulativo: riduce gli investimenti diretti esteri, alimenta il meccanismo inflazionistico, limita le risorse finanziarie dello Stato, promuove la crescita del debito pubblico, riduce i posti di lavoro e compromette l'ambiente aziendale.

La dipendenza dall'importazione energetica russa, unita ai meccanismi legati al conflitto, ha portato ad una crisi energetica.

L'analisi sull'esigenza energetica dei vari settori ha rivelato che la crisi ha già esercitato un'influenza marcata sulla produzione industriale a breve termine. Questo è notevole poiché, secondo studi macro-econometrici precedenti, come quello di Kilian Lutz nel 2008¹⁴⁸, gli effetti sul PIL tendono a intensificarsi nei trimestri successivi allo shock iniziale. In questo senso, i risultati sottolineano un segnale d'allarme. Sebbene le vendite dei settori ad alta intensità energetica siano riuscite a sostenere la propria situazione finanziaria nelle fasi iniziali della guerra, una diminuzione della produzione ha portato una diminuzione del fatturato reale, come in Germania dove si è verificata una diminuzione di 1,35 punti indice per ogni punto percentuale aggiuntivo di intensità energetica¹⁴⁹. Nel 2022, l'inflazione nell'area euro ha registrato un marcato aumento. In risposta, la Banca Centrale Europea ha implementato dieci aumenti dei tassi di interesse nell'arco di un anno, portando i tassi a livelli record per riportare l'inflazione verso l'obiettivo del 2%. A gennaio 2024, l'inflazione era al 2,8% e la BCE ha momentaneamente interrotto gli aumenti dei tassi, con previsioni di una possibile diminuzione da giugno 2024¹⁵⁰. Industrie chiave, come quelle metallurgiche, chimiche e dei fertilizzanti, che solitamente occupano posizioni strategiche all'inizio delle catene produttive, e hanno pertanto una notevole importanza macroeconomica, hanno subito conseguenze gravi. Le carenze di approvvigionamento, che avevano già raggiunto un livello significativo a causa del Coronavirus, sono state ulteriormente esacerbate dalla guerra in Ucraina¹⁵¹. Secondo alcuni economisti, però, le carenze di manodopera sono state in parte mitigate dal lavoro a orario ridotto, comportando solo a una limitata perdita di posti di lavoro¹⁵².

La crisi sottolinea l'importanza della diversificazione delle fonti energetiche e, della necessità per l'UE di accelerare la transizione verso fonti di energia rinnovabili, riducendo la dipendenza da importazioni vulnerabili a shock geopolitici¹⁵³. Parallelamente, l'UE deve affrontare la sfida di garantire una transizione energetica che

¹⁴⁷ Bida, M., & Ruda, I. (2022). *Economic and financial consequences of war in Ukraine: analysis of development scenarios*. *Financial Internet Quarterly*, 18(3), 88-101.

¹⁴⁸ Kilian, L. (2008). *A comparison of the effects of exogenous oil supply shocks on output and inflation in the G7 countries*. *Journal of the European Economic Association*, 6(1), 78-121.

¹⁴⁹ Hutter, C., & Weber, E. (2023). *Russia-Ukraine war: A note on short-run production and labour market effects of the energy crisis*. *Energy Policy*, 183, 113802.

¹⁵⁰ Annastiina, P. A. P. U. N. E. N. (2024). *Economic impact of Russia's war on Ukraine: European Council response*.

¹⁵¹ Hutter, C., & Weber, E. (2022). *Russia-Ukraine war: Short-run production and labour market effects of the energy crisis*. (No. 10/2022). IAB-Discussion Paper.

¹⁵² Hummel, M., Hutter, C., & Weber, E. (2022). *Labour market effects of supply chain bottlenecks*. (No. 9/2022). IAB-Discussion Paper.

¹⁵³ Liadze, I., Macchiarelli, C., Mortimer-Lee, P., & Sanchez Juanino, P. (2023). *Economic costs of the Russia-Ukraine war*. *The World Economy*, 46(4), 874-886.

sia equa e non lasci indietro nessuna regione o settore economico, specialmente in un contesto di incertezza economica e pressioni inflazionistiche. Il passaggio verso l'Industria 5.0 presenta varie sfide, tra le quali la necessità di sviluppare competenze digitali avanzate e la necessità di adattare le strutture organizzative a modelli più collaborativi e flessibili. Allo stesso tempo, offre l'opportunità di creare un nuovo tipo di economia, una che non solo è tecnologicamente avanzata, ma anche resiliente, sostenibile e attenta alle esigenze umane e ambientali.

La pandemia da Covid-19, la guerra in Ucraina, la nascita dell'industria 5.0 sono fattori che determineranno un cambiamento significativo verso una nuova configurazione della politica scientifica¹⁵⁴, della società, dell'economia, delle imprese e delle organizzazioni. Si sottolinea l'importanza di passare dal sistema capitalistico ad un sistema che garantisca la prosperità e il benessere a lungo termine.

È proprio in questo scenario che si sta formando la sesta onda di Kondratieff, che ci accompagnerà fino alla metà di questo secolo, evidenziando le significative inefficienze e le conseguenze involontarie integrate nelle nostre economie.

Mentre nel ciclo precedente l'era dell'informazione ha portato a un enorme aumento della produttività del lavoro, la chiave per un'economia forte e sostenibile nel prossimo lungo ciclo sembra risiedere in un aumento della produttività, delle risorse e dell'energia. Ciò è dovuto dalle nuove condizioni imposte dalla globalizzazione, dal cambiamento demografico, dal cambiamento climatico (intorno al 2050 secondo uno speciale report dell'organismo internazionale IPCC le emissioni di gas serra supereranno il limite di 1,5 °C¹⁵⁵ rispetto ai livelli preindustriali), dalla scarsità di risorse e da una maggiore consapevolezza dell'ambiente e della responsabilità da parte dei consumatori, il che probabilmente continuerà a generare crescita in un nuovo mix di economia, ecologia e impegno sociale. Il sesto ciclo di Kondratieff ha preso piede e i ricercatori di tendenze diverse vedono i settori cruciali per lo sviluppo sostenibile e la salute umana come possibili pilastri nel prossimo ciclo economico lungo, evidenziando l'importanza delle innovazioni sostenibili e delle tecnologie verdi per gli investitori lungimiranti¹⁵⁶.

Si stima che il 70% di tutta la produzione energetica vada perso sotto forma di calore residuo, mentre continuiamo a dipendere fortemente dai combustibili fossili, che rappresentano circa l'80% della produzione energetica primaria¹⁵⁷. Il passaggio verso energie più pulite è un processo significativamente lento, in parte a causa dei 7 trilioni di dollari di sussidi annuali ancora destinati all'industria dei combustibili fossili¹⁵⁸. Parallelamente, la NASA ha riportato che le temperature sono sempre più elevate: nel 2023 erano di 2 gradi

¹⁵⁴ Il termine si riferisce alle decisioni, alle politiche, e alle iniziative attraverso le quali i governi e le istituzioni regolamentano, promuovono o applicano la scienza per raggiungere obiettivi specifici, come migliorare la salute pubblica, la sicurezza nazionale, l'innovazione tecnologica, e affrontare le sfide globali come i cambiamenti climatici. Una nuova configurazione di questa politica potrebbe comportare un maggiore investimento in ricerca e sviluppo, politiche che promuovono l'innovazione aperta, la collaborazione tra settori pubblici e privati, e l'integrazione della valutazione etica e sociale nell'innovazione tecnologica.

¹⁵⁵ Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pörtner, H. O., Roberts, D., Skea, J., Shukla, P. R., ... & Waterfield, T. (2019). *Global warming of 1.5 C*. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of, 1, 93-174.

¹⁵⁶ Investors, A. G. (2010). *The sixth Kondratieff—long waves of prosperity*. Frankfurt, Allianz Global Investors.

¹⁵⁷ Koukios, E., & Sacio-Szymańska, A. (Eds.). (2021). *Bio# Futures: Foreseeing and Exploring the Bioeconomy*. Springer Nature.

¹⁵⁸ Black, M. S., Liu, A. A., Parry, I. W., & Vernon, N. (2023). *Imf fossil fuel subsidies data: 2023 update*. International Monetary Fund.

Fahrenheit (1,1 gradi Celsius) superiori rispetto alla media del periodo di riferimento (1951-1980)¹⁵⁹, evidenziando l'urgenza di accelerare il passaggio a fonti energetiche più sostenibili. La sesta ondata, quindi, coinvolgerà il connubio tra nuove tecnologie e i nuovi movimenti sociali emergenti, soprattutto tra le generazioni più giovani, che cercheranno modi per adeguare i loro stili di vita ai limiti planetari.

Le valute e i sistemi di pagamento stanno diventando campi di battaglia geopolitici. Pur rimanendo il dollaro la valuta predominante, grazie alla liquidità e all'ampiezza dei mercati finanziari americani, il suo progressivo declino è ampiamente osservato sia negli scambi commerciali, sia nelle riserve internazionali¹⁶⁰. Questo fenomeno è collegato alla riduzione dell'influenza economica degli Stati Uniti nel mondo. Tuttavia, la connessione tra il potere economico degli USA e la forza del dollaro non è così semplice o immediata, poiché altri fattori come le economie di rete e la fiducia nella valuta giocano ruoli importanti e meno misurabili. L'attrattività di una valuta e il suo utilizzo internazionale sono sostenuti anche dallo sviluppo dei mercati finanziari correlati, mentre la sua solidità è determinata dalle caratteristiche relative del sistema economico e finanziario che la sostiene. Ad esempio, il debito pubblico e privato degli Stati Uniti, cresciuto enormemente dopo la crisi finanziaria del 2007-2008 e durante la pandemia, fa sollevare dubbi sulla futura solidità del dollaro. Non c'è, però, ancora una valuta pronta a sostituirlo completamente. L'euro, che molti pensavano potesse sfidare il dollaro, ha mostrato i propri limiti, soprattutto a causa della mancanza di un governo centrale dell'area euro. Il renminbi cinese invece, la cui internazionalizzazione è vista come un processo graduale e controllato dalla dirigenza cinese, bilancia i vantaggi di un maggior uso internazionale della sua valuta con la necessità di mantenere un controllo sui mercati finanziari. La Cina appare in prima linea anche nello sviluppo nazionale dell'emergente tecnologia delle valute digitali delle banche centrali (CBDC). Questa crescita potrebbe potenzialmente alterare il panorama delle valute dominanti, specialmente se il renminbi digitale dovesse diventare il sistema preferito per gli scambi commerciali con i paesi più vicini alla Cina, e mette in luce l'urgenza per i paesi occidentali di sviluppare le proprie CBDC per mantenere la stabilità finanziaria e contrastare la possibilità di essere esclusi dal sistema di pagamenti internazionale¹⁶¹.

Le sfide poste dalla sesta onda di Kondratieff richiedono un esame approfondito del concetto di leadership e della sua capacità di guidare il cambiamento in tempi critici. Si pone l'attenzione sulla capacità dei leader di prevedere e guidare le trasformazioni nelle loro organizzazioni e settori prima che queste diventino inevitabili. La sfida si estende a tutti i settori, dalla capacità dei leader del settore pubblico di innovare le strutture della società industriale, alla responsabilità e visione dei politici nel pilotare la società verso nuovi orizzonti.

La sesta onda di Kondratieff richiede che i leader siano pronti ad aprirsi alla realtà.¹⁶² La sfiducia diffusa verso le aziende e i governi parla da sé: nel loro comportamento, i leader dovrebbero essere diretti, trasparenti e abilitanti. Affrontare la sfiducia richiede un cambiamento profondo nel modo in cui le aziende e i governi

¹⁵⁹ NASA. (2024). *Global Temperature Anomalies from 1880 to 2023*.

¹⁶⁰ Siddiqui, K. (2020). *The US Dollar and the World Economy: A critical review*. Athens Journal of Business & Economics, 6(1), 21-43.

¹⁶¹ Esposito, L., & Tori, D. (2022). *Guerra e moneta: come il conflitto in Ucraina cambierà il sistema monetario internazionale*. Moneta e Credito, 75(298), 163-183.

¹⁶² Wilenius, M. (2014). *Leadership in the sixth wave—excursions into the new paradigm of the Kondratieff cycle 2010–2050*. European Journal of Futures Research, 2, 1-11.

interagiscono con la società. I leader devono adottare un approccio che, non solo ascolta, ma, agisce in base al feedback e alle preoccupazioni delle persone, mostrando un reale impegno verso soluzioni che considerano il benessere collettivo e il futuro sostenibile del pianeta.

In questa realtà i leader devono essere visionari, capaci di vedere oltre l'immediato e di riconoscere il valore intrinseco nel perseguire obiettivi che vanno oltre il profitto finanziario. Devono essere in grado di ispirare gli altri nel condividere e a lavorare per una visione comune che tenga conto delle sfide sociali, ecologiche ed economiche del nostro tempo.

L'abilitazione dei dipendenti gioca un ruolo cruciale in questo processo: i leader devono creare un ambiente in cui i lavoratori si sentano valorizzati, ascoltati e motivati, al fine di contribuire attraverso le proprie idee ed energie. Ciò implicherebbe promuovere una cultura organizzativa che favorisca l'innovazione, la collaborazione e il rispetto reciproco, riconoscendo che ogni individuo ha un ruolo unico da svolgere nel contribuire al successo complessivo dell'organizzazione, superando gli ostacoli posti dai limiti dell'utilizzo delle risorse e dalla necessità di un'economia più sostenibile. Ciò richiede un ripensamento radicale delle pratiche aziendali, dallo sviluppo di nuovi prodotti e servizi, alla gestione delle operazioni quotidiane, in modo che siano in linea con principi di sostenibilità e responsabilità ambientale.

La quinta onda economica lunga è stata caratterizzata da una serie di cambiamenti, tra cui dinamiche di produttività del lavoro modificate, l'impatto di gravi crisi economiche, cambiamenti nei modelli di globalizzazione e commercio, e un riorientamento delle priorità tecnologiche. Questi fattori hanno contribuito a modificare i pattern classici dei cicli economici lunghi, permettendo una valutazione specifica del cambio di fasi del ciclo economico¹⁶³. La coincidenza dell'onda ascendente (1996–2010) e discendente (dal 2011) negli Stati Uniti e in Cina crea la possibilità che la dinamica di questi due Paesi (forse tre con l'India), si sincronizzi nelle future onde ascendenti (stimata 2026–2040) e discendenti (stimata 2041–2055)¹⁶⁴. Tra i fattori di cambiamento assumono rilevanza anche le politiche economiche. I sostanziali cambiamenti nelle condizioni economiche globali dei primi due decenni del XXI secolo, tra cui l'accelerazione della crescita economica nel 2002-2007, la grave recessione nel 2008-2009, la ripresa del 2010 e il rallentamento della crescita del 2011, sono influenzati dalle politiche economiche delle più potenti economie avanzate ed economie in via di sviluppo. L'incidenza di queste strategie evidenzia l'importanza della cooperazione internazionale. Il coordinamento delle politiche tra le principali economie può aiutare a mitigare gli effetti negativi di una recessione globale, come dimostrato dalla ripresa del 2010, mentre il successo delle economie in via di sviluppo sul lungo termine dipenderà dalla propria capacità di innovare e diversificarsi. Secondo le previsioni di PricewaterhouseCoopers (PwC), il network internazionale fornitore di servizi professionali, per il 2050 ci sarà uno spostamento del potere economico globale verso i mercati emergenti, che cresceranno ad un tasso medio di Pil del quasi 3,5%,

¹⁶³ Klinov, V. G., & Sidorov, A. A. (2021). *Modifications of Long Economic Cycles and Prospects for Global Economic Dynamics in 2021–2050*. *Studies on Russian Economic Development*, 32(3), 336-341.

¹⁶⁴ Klinov, V. G., & Sidorov, A. A. (2021). *Modifications of Long Economic Cycles and Prospects for Global Economic Dynamics in 2021–2050*. *Studies on Russian Economic Development*, 32(3), 336-341.

rispetto all'appena 1,6% delle nazioni avanzate del G7¹⁶⁵. Le previsioni economiche di lungo termine evidenziano l'importanza di adottare un approccio globale e flessibile nella definizione delle strategie di politica economica, riconoscendo l'impatto di eventi imprevedibili come pandemie e riflettendo sulle strategie più efficaci per promuovere lo sviluppo in un contesto economico globale in continua evoluzione. La cooperazione internazionale, insieme a politiche economiche flessibili e proattive, sembra essere cruciale per navigare le sfide future e sfruttare le opportunità di crescita in modo sostenibile.

¹⁶⁵ PwC. (2017). *The Long View: How will the global economic order change by 2050?*. [online]. Consultato da: <https://www.pwc.com/gx/en/world-2050/assets/pwc-the-world-in-2050-full-report-feb-2017.pdf>

Conclusioni

Come evidenziato durante la tesi, l'intreccio tra innovazione tecnologica e cicli economici non è un fenomeno casuale, ma un processo dinamico influenzato da diversi fattori, come le decisioni politiche, i cambiamenti sociali e i progressi tecnologici. In un mondo in continua evoluzione, la comprensione approfondita delle dinamiche economiche e tecnologiche passate risulta essere essenziale per orientarsi e gestire con successo e con consapevolezza i cambiamenti futuri.

Attraverso il lavoro svolto dai principali studiosi della teoria dei cicli economici, tra cui Joseph Schumpeter e Angus Maddison, si osserva che l'evoluzione dalla prima Rivoluzione Industriale all'Industria 5.0 riflette una traiettoria ciclica, evidenziando come l'innovazione tecnologica continui a essere un motore essenziale per una congiuntura economica espansiva e per il miglioramento delle condizioni di vita a livello globale. L'economista russo Nikolaj Dmitrievič Kondrat'ev (Kondratieff), ha proposto una teoria secondo la quale lo sviluppo economico globale può essere suddiviso in lunghi cicli, con una durata stimata tra i 40 e i 60 anni, che hanno segnato l'evoluzione delle società industriali e post-industriali. Ogni fase rivoluzionaria ha portato con sé sia innovazioni tecnologiche significative che trasformazioni socioeconomiche, influenzando profondamente i modelli di produzione, l'organizzazione del lavoro e il contesto socioeconomico globale. Il periodo iniziato con la Rivoluzione Industriale britannica e che trova il suo culmine nei primi anni 2000 può essere diviso in cinque onde, interpretate attraverso il concetto di "paradigma tecno-economico", un'idea formalizzata nelle analisi di fine Novecento ma di fatto già presente in Schumpeter. La prima onda è dominata dall'invenzione della macchina a vapore, che ha dato il via all'industrializzazione e ad un incremento della produttività. La seconda onda ha visto carbone e vapore consolidarsi come fonti energetiche principali e la diffusione delle ferrovie. La terza onda, ancor di più rivoluzionaria, ha introdotto innovazioni significative come l'elettricità, il motore a scoppio, la chimica, promuovendo un modello di economia di consumo di massa. La quarta onda è segnata dall'avvento del modello T di Ford, espandendo l'industria automobilistica e petrochimica, fino al crollo con la crisi petrolifera dei primi anni '70. La quinta onda è definita dall'ascesa della microelettronica e del mercato del software, portando a nuove industrie e ad un radicale cambiamento sociale.

Un sesto ciclo Kondratieff invece, si trova attualmente nella sua fase iniziale e, seguendo il modello delle precedenti grandi onde di innovazione tecnologica, si estenderà fino a che i rendimenti delle nuove innovazioni, come l'intelligenza artificiale, la robotica o l'internet delle cose, non si equipareranno a quelli di settori più tradizionali, arrivando al culmine del proprio impatto economico. Questa nuova fase è caratterizzata dall'adozione di iniziative volte a garantire uguaglianza e opportunità per tutti, promuovendo la capacità umana: la partecipazione attiva e consapevole di cittadini, innovatori, attivisti e responsabili delle politiche è fondamentale per garantire che la trasformazione digitale si allinei con gli obiettivi di una società più giusta, equa e sostenibile. Inoltre, si prevede che sarà dominata dalla necessità di rispondere ai problemi causati dal modo dannoso in cui si è svolto lo sviluppo industriale, come l'esaurimento delle risorse naturali, il

riscaldamento globale e l'aumento delle disparità economiche. Vedrà quindi, l'emergere di sempre più nuove industrie incentrate sulla sostenibilità, sulla centralità dell'uomo e sulla resilienza.

Questi ultimi tre citati sono proprio i pilastri dell'Industria 5.0, un concetto introdotto dall'Unione Europea ad inizio 2021 e che si propone di integrare il lavoro umano e tecnologie innovative in un contesto in continua trasformazione. Si apre quindi verso una visione che non solo accoglie le possibilità offerte dalle nuove tecnologie, ma che si impegna attivamente nella costruzione di un futuro in cui l'innovazione tecnologica proceda di pari passo con lo sviluppo sostenibile e la giustizia sociale.

Negli ultimi anni numerose sfide hanno messo in luce le vulnerabilità persistenti nelle industrie: la pandemia ha stravolto le abitudini delle persone e la crisi energetica ha accentuato l'ancora attuale forte dipendenza per le fonti energetiche non rinnovabili. Il mondo si trova in una situazione di incertezza globale che rischia di rallentare il progresso verso la sostenibilità e l'innovazione tecnologica, minacciando allo stesso tempo la stabilità economica e sociale.

Una cosa però è certa: il futuro dell'identità umana, dei valori, delle scelte di lavoro, e di ciò che assumerà importanza nei prossimi anni, dipende dai giovani adulti di oggi, che saranno i leader e gli innovatori del domani.

Bibliografia

- Albanese, Valentina E., Michela Lazzeroni. (2023). *La nuova rivoluzione industriale tra techno-entusiasmo e tecnologia: un'analisi spaziale del sentiment*. Società di Studi Geografici. Memorie geografiche, 401-407
- Annuario statistico italiano*, (1897), pag.139
- Annastiina, P. A. P. U. N. E. N. (2024). *Economic impact of Russia's war on Ukraine: European Council response*.
- Atluri, V., Eaton, J., Kamat, M., Rao, S., & Sahni, S. (2018). *Tech-enabled disruption of products and services: The new battleground for industrial companies*. McKinsey Co.
- Bida, M., & Ruda, I. (2022). *Economic and financial consequences of war in Ukraine: analysis of development scenarios*. *Financial Internet Quarterly*, 18(3), 88-101.
- Breque, M., De Nul, L., Petridis, A. (2021). *Industry 5.0 – Towards a sustainable, human-centric, and resilient European industry*. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. Publications Office of the European Union
- Calcaterra, E. (1955). *La diffusione dei cicli economici nello spazio ed i mezzi di politica economica di contenimento*. *Rivista Internazionale Di Scienze Sociali*
- Calenda, Carlo. (2018). "Piano Nazionale Industria 4.0." Ministero Dello Sviluppo Economico: Roma, Italy
- Campa R. (2007). *Considerazioni sulla Terza Rivoluzione Industriale*.
- Campbell, T. T. (2023). *The four-day work week: A chronological, systematic review of the academic literature*. *Management Review Quarterly*, 1-17.
- Chatalova, L., & Korotayev, A. (2022). *The long cycle perspective on the emerging bio age*. *Futures*, 141, 102991.
- Chou, Shuo-Yan. (2018). *The Fourth Industrial Revolution: digital fusion with internet of things*. *Journal of International Affairs*. 72, no. 1, 107–20.
- Commissione Europea. (2021). *Realizzare il Green Deal Europeo*. [online]. Consultato da: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it
- De Simone, E., (2014). *Storia economica. Dalla rivoluzione industriale alla rivoluzione informatica*. FrancoAngeli
- Della I. (2018). *Quarta Rivoluzione Industriale, i tre pilastri*. Harvard Business Review.
- Devezas, T., & Sarygulov, A. (2017). *Industry 4.0*. Basel: Springer
- Dini, F. (2012). *Differenziali geografici di sviluppo: una ricostruzione*. 1-135.
- Dini, F. (2012). *Il quinto ciclo (dagli anni Novanta del Novecento)*. 121-127.
- Dury, D., Langenus, G., Van Cauter, K., & Van Meensel, L. (2009). *The economic recovery plans*. *Economic Review*, (iii), 59-73.
- Ellingrud, K., Sanghvi, S., Madgavkar, A., Dandona, G. S., Chui, M., White, O., & Hasebe, P. (2023). *Generative AI and the future of work in America*.
- Enciclopedia Treccani . (2014). *Rivoluzione Industriale*. [online]. <https://www.treccani.it/enciclopedia/rivoluzione-industriale/>
- Esposito, L., & Tori, D. (2022). *Guerra e moneta: come il conflitto in Ucraina cambierà il sistema monetario internazionale*. *Moneta e Credito*, 75(298), 163-183.
- Fabrizio Giulio. (2008). *La lampadina elettrica: una storia anche italiana*. *Storia dell'ingegneria*, Atti del secondo Convegno Nazionale. Cuzzolin Editore, 211-221.
- Fanno. (1931). *Cicli di produzione, cicli di credito e fluttuazioni industriali*. *Giornale degli economisti*. pag.355
- Fantoni, G., Cervelli, G., Pira, S., Trivelli, L., Mocenni, C., Zingone, R., & Pucci, T. (2017). *Impresa 4.0: Siamo pronti alla quarta rivoluzione industriale?*.
- Felice, E., & Corni, G. (2015). *I cicli economici e la seconda rivoluzione industriale*. In *Storia d'Europa e del Mediterraneo*. Sez. VI. L'età contemporanea. Vol. XIII. Ambiente, popolazioni, economia (pp. 121-156).
- Floud, R. & McCloskey, D. (1981). *The Economic History of Britain since 1700, I, 1700–1860*. Cambridge.
- Floud, R., & McCloskey, D. (1994). *The economic history of Britain since 1700 (Vol. 1)*. Cambridge university press.
- G. Sabatucci V. Vidotto. (2019) *Storia contemporanea: Dalla Grande Guerra a oggi*. Editori Laterza
- Floud, R., Humphries, J., & Johnson, P. (Eds.). (2014). *The Cambridge Economic History of Modern Britain: Volume 1, Industrialisation, 1700–1870*. Cambridge University Press.
- Freeman, C., & Louçã, F. (2018). *The fourth Kondratiev wave: The great depression and the age of oil, automobiles, motorization, and mass production*.
- Ganotakis, P., Angelidou, S., Saridakis, C., Piperopoulos, P., & Dindial, M. (2023). *Innovation, digital technologies, and sales growth during exogenous shocks. Technological Forecasting and Social Change*. 193, 122656.
- Garvy, G. (1943). *Kondratieff's Theory of Long Cycles*. *The Review of Economics and Statistics*, 25(4), 203–220.
- Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Mubarak, M. F., Mubarik, M., Rejeb, A., & Nilashi, M. (2022). *Identifying industry 5.0 contributions to sustainable development: A strategy roadmap for delivering sustainability values*. *Sustainable Production and Consumption*, 33, 716-737.
- Gramolati, A., Cipriani, A., & Mari, G. (2018). *Il lavoro 4.0: La Quarta Rivoluzione industriale e le trasformazioni delle attività lavorative*. Firenze University Press. p. 808

- Hobsbawm, Eric J., Luigi Occhionero. (1961). Le Origini Della Rivoluzione Industriale Britannica. *Studi Storici* 2, no. 3/4, 496–516. <http://www.jstor.org/stable/20563210>.
- Hummel, M., Hutter, C., & Weber, E. (2022). *Labour market effects of supply chain bottlenecks*. (No. 9/2022). IAB-Discussion Paper.
- Hutter, C., & Weber, E. (2023). *Russia–Ukraine war: A note on short-run production and labour market effects of the energy crisis*. *Energy Policy*, 183, 113802.
- Hutter, C., & Weber, E. (2022). *Russia-Ukraine war: Short-run production and labour market effects of the energy crisis*. (No. 10/2022). IAB-Discussion Paper.
- Ikram, M., & Sayagh, Y. (2023). *The consequences of COVID-19 disruption on sustainable economy in the top 30 high-tech innovative countries*. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 24(2), 247-269.
- Il Post. (2023). *Industria 5.0, Taisch: “Ecco perché è un errore parlare di Quinta Rivoluzione industriale”*. [online]. Disponibile da: <https://www.innovationpost.it/attualita/industria-5-0-taisch-ecco-perche-e-un-errore-parlare-di-quinta-rivoluzione-industriale/>
- Investors, A. G. (2010). *The sixth Kondratieff–long waves of prosperity*. Frankfurt, Allianz Global Investors.
- J Condem. (2021). *Industria 5.0: cos'è la quinta rivoluzione industriale e il ruolo dell'Europa*. [online]. Disponibile da : <https://www.industry4business.it/connected-enterprise/industria-5-0-cose-la-quinta-rivoluzione-industriale-e-ruolo-delleuropa/>
- J.D: Chambers. (1960). *The Vale of Trent*,
- Janicke, Martin, and Klaus Jacob. (2013). *A third industrial revolution. Long-term governance for social-ecological change*. 47-71.
- Joel Mokyr. (1990). *The Lever of Riches*
- Kasinathan, P., Pugazhendhi, R., Elavarasan, R. M., Ramachandaramurthy, V. K., Ramanathan, V., Subramanian, S., ... & Alsharif, M. H. (2022). *Realization of Sustainable Development Goals with Disruptive Technologies by Integrating Industry 5.0, Society 5.0, Smart Cities and Villages*. *Sustainability*, 14(22).
- Khan, A. (2008). The industrial revolution and the demographic transition. *Business Review*, 1,9-15.
- Kilian, L. (2008). *A comparison of the effects of exogenous oil supply shocks on output and inflation in the G7 countries*. *Journal of the European Economic Association*, 6(1), 78-121.
- Kitchin, J. (1923). *Cycles and Trends in Economic Factors*. *The Review of Economics and Statistics*, 5(1), 10–16.
- Klinov, V. G., & Sidorov, A. A. (2021). *Modifications of Long Economic Cycles and Prospects for Global Economic Dynamics in 2021–2050*. *Studies on Russian Economic Development*, 32(3), 336-341.
- Korotayev, A. V., & Tsirel, S. V. (2010). *A spectral analysis of world GDP dynamics: Kondratieff waves, Kuznets swings, Juglar and Kitchin cycles in global economic development, and the 2008–2009 economic crisis*. *Structure and Dynamics*, 4(1).
- Krammer, S. M. (2022). Navigating the New Normal: Which firms have adapted better to the COVID-19 disruption?. *Technovation*. 110, 102368.
- Kuzior, A., Arefiev, S., & Poberezhna, Z. (2023). *Informatization of innovative technologies for ensuring macroeconomic trends in the conditions of a circular economy*. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(1), 100001.
- Lacy, P., Long, J., Spindler, W., Lacy, P., Long, J., & Spindler, W. (2020). *Disruptive technologies*. *The Circular Economy Handbook: Realizing the Circular Advantage*, 43-71
- Legrand, M. D. P., & Hagemann, H. (2007). *Business cycles in Juglar and Schumpeter*. *The history of economic thought*, 49(1), 1-18.
- Lepore, A. (2011). *La valutazione dell'operato della Cassa per il Mezzogiorno, e il suo ruolo strategico per lo sviluppo del Paese*. *Rivista giuridica del Mezzogiorno*, 25(1-2), 281-318.
- Lepore, A. (2012). *Dal divario Nord-Sud alla convergenza: il modello dell'intervento straordinario e della cassa per il Mezzogiorno durante e oltre la Golden Age*.
- Liadze, I., Macchiarelli, C., Mortimer-Lee, P., & Sanchez Juanino, P. (2023). *Economic costs of the Russia-Ukraine war*. *The World Economy*, 46(4), 874-886.
- M. Belardi. (2023). *Industria 5.0 -Grave errore parlare di Quinta Rivoluzione industriale*. [online]. LinkedIn. Disponibile da: <https://it.linkedin.com/pulse/industria-50-grave-errore-parlare-di-quinta-marco-belardi>
- M. Mezzini. (2020). *Informatica di base*. Maggioli
- Maddison, A. (2001). *A millennial perspective*. OECD.
- Maddison, A. (2007). *Fluctuations in the momentum of growth within the capitalist epoch*. *Cliometrica*, 1(2), 145-175.
- Manfredi, Vittorio.(1899) *La crisi agraria in Europa*. *Rivista Internazionale Di Scienze Sociali e Discipline Ausiliarie* 21, no. 82 ,161–80. <http://www.jstor.org/stable/41579545>.
- Mankiw, N. Gregory, Mark P. Taylor. (2015).“*Macroeconomia*”, Zanichelli.
- Marchetti, E. (2020). *Teorie del ciclo economico. Il dibattito macroeconomico moderno su instabilità ed equilibrio*. Società Editrice Esculapio.
- MBroadberry, S., & Harrison, M. (Eds.). (2005). *The economics of world war I*. Cambridge University Press.

- Ministero della Salute. (2021)
- Mondini, G. (2019). *Valutazioni di sostenibilità: dal rapporto Brundtland ai Sustainable Development Goal*. Valori e Valutazioni, (23).
- Mori, G. (2002). *La rivoluzione industriale vista dal secolo XXI*. *Studi Storici*, 43(2), 421–442. <http://www.jstor.org/stable/20567141>
- Nefiodow, L. A., & Nefiodow, S. (2014). *The sixth Kondratieff: The new long wave in the global economy*. Leo Nefiodow.
- Netflix. (2021). *Annual Report 2021*
- O'Brien, P. K. (1988). *The Economic Effects of the American Civil War*. Macmillan Education.
- Parlamento europeo. (2023). *Quali sono i rischi e i vantaggi dell'intelligenza artificiale?*
- Pescatore, G. (2008). *La "Cassa per il Mezzogiorno": un'esperienza italiana per lo sviluppo*. Bologna. Il Mulino.
- Philbeck, Thomas, and Nicholas Davis. (2018). *The fourth industrial revolution: shaping a new era*. *Journal of International Affairs*. 72, no. 1, 17–22
<https://www.pwc.com/gx/en/world-2050/assets/pwc-the-world-in-2050-full-report-feb-2017.pdf>
- Ransom, R. L. (2001). *The economics of the Civil War*. *EH. net Encyclopedia*, 24(8), 2001.
- Riccardo Giorgio Zuffo. (2013). *Lo "Spirito del tempo" del volume "Principles of Scientific Management" di Frederick Winslow Taylor*. *Ideologia e scienza in studi organizzativi*, pp 9-31
- Riva, M. G. (2018). *Sostenibilità e partecipazione: una sfida educativa*. *Pedagogia oggi*, 16(1).
- Robertson, D. H. (1945). *Review of League of Nations. Economic Stability in the Post-war World*. *The Economic Journal*
- Rocteur, Jeremy. (2023). *Rivoluzioni industriali*.
- S. Battilossi. (2015) *Le rivoluzioni industriali*. Carocci
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles*. New York: Mcgraw-hill.
- Schumpeter, J. A. (2013). *Capitalism, socialism and democracy*. routledge
- Schwab, Klaus. (2016). *La quarta rivoluzione industriale*. FrancoAngeli
- Scognamiglio Pasini, C. L. (2006). *Economia industriale* (pp. 1-464). LUP Luiss University Press.
- Shah, P., & Gedamkar, P. P. (2022). *Effects of Russia-Ukraine war*. *Interantional Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 6(03), 1-5.
- Siddiqui, K. (2020). *The US Dollar and the World Economy: A critical review*. *Athens Journal of Business & Economics*, 6(1), 21-43
- Slim, A. (2019). *Economic Cycles by Josef Schumpeter*. *Economic theory and Globalization*, 125-142.
- Stammati, G. (1946). *Un problema particolare della teoria dei cicli economici*. *Rivista Internazionale Di Scienze Sociali*, 17/18, 262–279.
- Sweezy, P. M. (1943). *Professor Schumpeter's Theory of Innovation*. *The Review of Economics and Statistics*, 25(1), 93–96.
- Sylos Labini, P. (1983). *Nuovi aspetti dello sviluppo ciclico dell'economia*.
- T S Ashton. (1961). *The Industrial Revolution*. Oxford University Press.
- Tank, A., & Ospanova, A. (2022). *Economic impact of Russia–Ukraine war*. *International Journal of Innovative Research in Science Engineering and Technology*, 11(4).
- Taylor. (1971). pag. XXXI
- U. Elangovan. (2021). *Industry 5.0* .
- Umberto Eco, a cura di. (2014). *Storia della civiltà europea*
- Vito, F. (1934). *Il risparmio forzato e la teoria dei cicli economici*. *Rivista Internazionale Di Scienze Sociali*, 5 (ANNO 42)(1), 3–46.
- Wilenius, M. (2014). *Leadership in the sixth wave—excursions into the new paradigm of the Kondratieff cycle 2010–2050*. *European Journal of Futures Research*, 2, 1-11.
- Wilson, Daniel C. S.(2014). *Arnold Toynbee and the Industrial Revolution: The Science of History, Political Economy and the Machine Past*. *History and Memory* 26, no. 2, 133–61. <https://doi.org/10.2979/histmemo.26.2.133>.
- World Economic Forum. (2016). *\$100 Trillion by 2025: the Digital Dividend for Society and Business*. [online] Consultato da: <https://www.weforum.org/press/2016/01/100-trillion-by-2025-the-digital-dividend-for-society-and-business/>
- Wrigley, E. A., & Schofield, R. S. (1989). *The population history of England 1541-1871*. Cambridge University Press.
- Yin, S., & Yu, Y. (2022). *An adoption-implementation framework of digital green knowledge to improve the performance of digital green innovation practices for industry 5.0*. *Journal of Cleaner Production*, 363, 132608.
- Zarnowitz, V. (1991). *What is a business cycle?* (No. w3863). National Bureau of Economic Research.
- M Taisch. (2021). *Il manifatturiero diventa sostenibile con il digitale: ecco come*. [online]. NetworkDigital360