

Adalberto Rangone

# Comprendere e Governare la Quarta Rivoluzione Industriale

Valore, Etica e Centralità dell'Uomo  
nella Dottrina Economico Aziendale



Giappichelli

## PREFAZIONE

di Piero Mella<sup>1</sup>

Con questo breve, ma intenso, saggio dallo stimolante titolo: *Comprendere e Governare la Quarta Rivoluzione Industriale. Valore, Etica e Centralità dell'Uomo nella Dottrina Economico Aziendale*, Adalberto Rangone si propone di analizzare i più innovativi strumenti che caratterizzano la Quarta Rivoluzione Industriale in un contesto sempre più digitale – dall'Intelligenza Artificiale alla Robotica, dalle Biotecnologie alle Neurotecnologie, dal Blockchain alle Cryptocurrencies –, ma non si limita a una loro descrizione tecnica; egli avanza interessanti riflessioni su valore ed etica dell'uso di queste tecnologie, tentando di proporre una chiave di lettura per la gestione ottimale del cambiamento.

Il lavoro di Adalberto Rangone fa riflettere sulle innumerevoli sfide che le imprese dovranno affrontare per mantenersi competitive sul mercato, tentando anche di rispondere efficacemente agli ostacoli e ai vincoli imposti dalla diffusione pandemica del Covid-19 che ha costretto le aziende più tradizionali, forse meno propense al cambiamento, ad attuare degli aggiornamenti forzati “in chiave smart” dei loro processi.

È, dunque, dalla consapevolezza di questa drammatica realtà in evoluzione, non solo da un punto di vista aziendale, ma anche sociale, che l'autore ci invita a porci la domanda: “La tecnologia creerà valore? E per chi?”, suggerendo specifici strumenti concettuali e operativi per comprendere e affrontare il cambiamento, osservando che non molti attori economici hanno la consapevolezza che la società stia vivendo una concreta “Rivoluzione hi-tech” e che, quindi, com'è stato per le “precedenti rivoluzioni”, le aziende e i cittadini debbano modificare il loro quadro culturale per gestire e vivere al meglio l'evoluzione in atto.

Il pregio del lavoro di Adalberto Rangone non si limita a quanto appena osservato, ma risulta da un'innovativa scelta metodologica, rara negli studi aziendali: proporre un utile connubio fra modernità e classicità delle dottrine aziendali, dimostrando che la chiave di risposta alla domanda “La tecnologia creerà valore? E per chi?” non si deve ricercare solo nei più recenti studi dottrinali, per quanto

---

<sup>1</sup> Già Ordinario di Economia Aziendale e di Teoria del Controllo, Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali, Università degli Studi di Pavia. Email: [piero.mella@unipv.it](mailto:piero.mella@unipv.it).

fondamentali, ma anche nel pensiero lungimirante dei “padri fondatori” dell’Economia Aziendale e dei loro “allievi”.

Se la “tecnologia” tende, per sua specifica natura, a spingere le organizzazioni produttive a migliorare continuamente il contributo che possono apportare a prodotti, processi e servizi, i nostri “Autori Classici” ci ricordano che l’evoluzione e il progresso devono essere accettati e favoriti, purché siano orientati sempre alla “centralità dell’uomo”; reddito e dinamismo aziendale non devono mai essere disgiunti dal bene comune. Le imprese del presente – e ancor più quelle del futuro – dovranno sempre dimostrare una responsabilità morale e sociale nei confronti sia dell’Uomo-Cliente, sia dell’Uomo-Lavoratore e Risparmiatore, e dovranno essere incoraggiate a produrre ricchezza con metodi e tecnologie eticamente accettabili per la società di oggi e sostenibili per quella del futuro.

Per sviluppare questa proposta analitica, l’autore ha strutturato il lavoro in modo tale da considerare numerosi aspetti fra loro interconnessi. Un primo ed essenziale elemento di indagine inerisce al contesto evolutivo oggi in atto. L’innovazione tecnologica porta con sé molteplici sfaccettature e prospettive, che determinano un cambiamento per le aziende e la comunità intera. Esse vengono esaminate in modo tale da fornire strumenti per la comprensione dello stato attuale della tecnologia in vari ambiti applicativi.

La risposta alla domanda, complessa per le molteplici sfaccettature, “La tecnologia creerà valore? E per chi?” richiede pertanto un’analisi interdisciplinare, perché non è sufficiente osservare e valutare le singole attività aziendali, ma occorre avere una visione complessiva del fitto network di relazioni in cui essa trova fondamento. La Realtà è una compenetrazione di sistemi, di raggio sempre più ampio, che formano una struttura globale. Essa genera un processo, parimenti globale, che non si può capire ponendoci solo all’esterno o solo all’interno di essa; dobbiamo sempre sforzarci di “vedere sia gli alberi sia la foresta”.

Proprio adottando una prospettiva “sistemica”, l’autore ha opportunamente coinvolto tutti i player che la diffusione tecnologica inevitabilmente coinvolge. Le aziende, ovviamente, sono le protagoniste di questo processo. Il problema del *techno-corporate gap*, messo in evidenza da Adalberto Rangone, ponendosi la domanda “Quale ruolo svolgeranno gli Stati e le Organizzazioni Supernazionali in un simile contesto?” è cruciale nella definizione del ruolo che le imprese rivestiranno nell’immediato futuro, per sostenere la loro sopravvivenza.

Poiché a livello nazionale e internazionale, teorici e studiosi riconoscono l’importanza dei principi ESG (Environmental, Social and Corporate Governance), per un’azione aziendale più oculata e responsabile, l’Autore si propone di indagare i principi espressi dagli Autori classici dell’Economia Aziendale dimostrando come, nei loro scritti, si evincano, con straordinaria lungimiranza, le chiavi di lettura che danno un senso alla realtà che stiamo oggi vivendo.

Prima attraverso l’analisi degli scritti di Cerboni, Besta, Massa e Zappa, poi di quelli di Amaduzzi, Masini e Onida, l’autore, infatti, rileva come già i Padri Fon-

datori dell'Economia Aziendale, pur nelle varie discipline, avessero concentrato l'attenzione proprio sulla "centralità dell'uomo", come appare chiaramente nella dottrina economico aziendale italiana. La responsabilità morale, l'esigenza di beni fisici, intellettuali ed etici, l'inclusione del sistema aziendale all'interno della vita sociale e, ancora, il dinamismo aziendale e l'adattamento sono temi, in relazione ai quali già i nostri Autori Classici, pur avendo ben compreso le condizioni in mutamento dovute all'innovazione, fossero convinti della necessità che queste dovessero sempre perseguire una principale finalità: la "centralità dell'uomo", appunto.

Nel concludere questa breve presentazione, mi preme sottolineare come il lavoro di Adalberto Rangone sia doppiamente apprezzabile, perché l'Autore è riuscito, con merito, a coniugare "questioni attualissime" e "autori del passato", suggerendo interessanti prospettive analitiche nell'ambito sia della ricerca accademica, sia nella pratica aziendale.



## INTRODUZIONE

È fuori da ogni ragionevole dubbio che l'umanità stia vivendo un'altra tappa importantissima della propria esistenza. Comunque lo si voglia chiamare, questo momento storico ha sicuramente del rivoluzionario tanto da essere definito da numerosi studiosi (Schwab 2019; Xu *et al.* 2018; Philbeck e Davis 2018; Morrar *et al.* 2017; Song 2017; Peters 2017; Lambert 2017; Tan e Shang-su 2017; Davies 2015) una “Quarta Rivoluzione Industriale”<sup>1</sup>.

È universalmente riconosciuto che ogni rivoluzione tecnologica ha come risvolto *in primis* la creazione di qualche cosa di nuovo. A sua volta, ciò determina l'introduzione di un nuovo ambiente o infrastruttura necessari affinché l'innovazione che caratterizza quella particolare rivoluzione industriale possa essere diffusa e, conseguentemente, riconduca ad una rivoluzione economica, con sensibile riverbero sui comportamenti individuali e sui rapporti sociali.

Questa “IV Rivoluzione” (nel prosieguo anche 4°RI) sarà caratterizzata da una impressionante mole di dati a disposizione, corroborati da una rinnovata capacità di analizzarli, catalogarli ed interpretarli. Tale processo, per certi aspetti già in corso, induce ed indurrà sempre più ad una conseguente e radicale modifica dei modelli di business delle imprese – siano esse operative in campo agricolo, industriale o nella prestazione di servizi – e nel modo stesso di approcciare e realizzare l'istruzione e la ricerca.

Per altri versi le biotecnologie, pur contribuendo in modo straordinario all'allungamento dell'aspettativa di vita con maggiore possibilità di incidere sulla salute sia fisica che mentale, potrebbero mettere in discussione la concezione stessa di essere umano così come l'abbiamo concepita da millenni sino ad oggi.

Come avremo modo di approfondire anche le neuro tecnologie, pur avendo applicazioni straordinarie in campo medico e consentendo di leggere e comunicare con il cervello, avranno come risvolto la possibilità di influenzare la coscienza ed il pensiero umano oltretutto di trasferirli in altri esseri o dispositivi (Blackford e Broderick 2014). Nel mondo si è da tempo diffusa una consapevolezza più che sostanziale della trasformazione in atto. E in Italia?

---

<sup>1</sup> Il termine *Quarta Rivoluzione Industriale* lascia presumere una chiara connessione con le precedenti “rivoluzioni”, sebbene l'introduzione delle tecnologie che verranno introdotte poco appaia quale prosieguo nel modo di vivere e produrre di stampo strettamente industriale realizzata in precedenza.

Benché in modo tardivo, anche l'Italia ha iniziato a compiere primi passi ma solo a livello governativo. Il contratto di sviluppo introdotto nell'ordinamento dall'art. 43 del D.L. 25 giugno 2008 n° 112, operativo dal 2011 è stato uno strumento dedicato a programmi di investimento di natura strategica ed innovativa (Contaldo e Campara 2019: 238).

Nel 2016 è stato presentato dal Ministero dello Sviluppo Economico il *Piano Nazionale Industria 4.0* con l'intenzione di creare un ambiente favorevole alle imprese in funzione dei cambiamenti tecnologici in atto e predisponendo un insieme di misure in grado di favorire gli investimenti per la innovazione e lo sviluppo della competitività. Il piano sopra identificato si propone infatti di influenzare le situazioni operative nonché le fasi della vita delle aziende che abbiano quale obiettivo l'aumento della propria competitività. La realizzazione di tale iniziativa governativa si estrinseca offrendo supporto per gli investimenti, nella digitalizzazione del processo produttivo aziendale, potenziando la valorizzazione delle competenze dei lavoratori, fornendo i presupposti per l'attuazione di competenze adeguate, nonché dando aiuti per lo sviluppo di nuovi prodotti e processi produttivi.

Parimenti si trova anche un altro provvedimento di legge denominato "Patrimonio Destinato"<sup>2</sup>. Per mezzo dell'intervento di Cassa Depositi e Prestiti, trattasi di uno strumento con cui viene consolidata la base del capitale delle aziende medio-grandi che, fra le molteplici qualità, debbono avere un volume di affari annuo superiore ai 50 milioni di euro.

Si omettono per brevità o perché ancora in corso di attuazione tutti i provvedimenti di legge emanati ed emanandi dall'attuale governo ad oggi in carica, in particolar modo il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza.

Rinviano alle specifiche parti del presente lavoro il compito di cercare di comprendere la portata ed il significato di queste innovazioni o degli incentivi alle innovazioni, in queste propedeutiche riflessioni introduttive si ritiene opportuno esporre quale sia stato il percorso analitico seguito e gli obiettivi che ci siamo posti.

L'abbrivio dal quale prende moto il presente lavoro è legato alle seguenti domande: quanto e cosa si conosce della tecnologia in corso di sviluppo? Le nostre imprese sono consapevoli del *gap tecnologico* che le distanzia dai *best in class* internazionali? Le imprese e il comune cittadino sapranno cavalcare saggiamente la portentosa ondata tecnologica che caratterizza la cosiddetta 4°RI?

Difficilmente il rigore scientifico si accompagna ai servizi offerti dai mass media o dai divulgatori, comportando una vera e propria mancanza di conoscenza su importantissime questioni e processi che stanno caratterizzando la nostra evoluzione sociale ed economica.

Per poterci avventurare in dissertazioni successive e conseguenti, appare dunque del tutto necessario conoscere – o per lo meno delineare nei suoi tratti essenziali – la cosiddetta materia del contendere.

---

<sup>2</sup> Il cosiddetto Patrimonio Rilancio CDP è istituito dall'art. 27 del D.L. n. 34/2020 e il relativo decreto attuativo 3 febbraio 2021, n. 26.

Nei fatti, la tematica relativa alla “Quarta Rivoluzione Industriale” è per nulla scontata.

Tante e tali sono le tecnologie da riguardare, così come tanti e tali sono i risvolti che le stesse possono comportare al modo di pensare e produrre o allo stesso modo di essere del genere umano che, oltre ad una conoscenza seppur non necessariamente esaustiva di ognuna delle tecnologie, risulta di indiscutibile vantaggio un approccio sistemico allo studio ed alla interpretazione di questa ulteriore tappa della rivoluzione industriale.

L’approccio sistemico, nato ovviamente in un contesto di natura eminentemente scientifica, è stato poi utilizzato altresì nelle scienze umane e sociali. Questo attuale contesto rivoluzionario, che affonda le proprie radici nella scienza e nella tecnologia, ha indubbi risvolti nelle scienze che si occupano dell’uomo in quanto tale. Utilizzare l’approccio sistemico nel presente lavoro consente di prendere atto che, al fine di individuare i fenomeni complessi, è importante riguardare le relazioni tra i singoli elementi del fenomeno, inquadrando quest’ultimo nel contesto in cui avviene la propria manifestazione (Mella 2021).

Alla luce di tali osservazioni, quindi, possiamo ulteriormente precisare che non ci troviamo d’accordo nel considerare le singole tecnologie innovative in quanto tali. Esse debbono essere inserite in un contesto sistemico, eminentemente poliedrico, di natura economica, politica e sociale nel quale possono apportare maggiore benessere.

Ovviamente, queste tecnologie innovative trovano una piena legittimazione ed una propria ragion d’essere se tutti gli attori che agiscono in tale contesto svolgono il proprio ruolo.

Più esplicitamente, queste tecnologie non apporteranno maggiore benessere all’uomo realizzando sistemi complessi più efficienti se il mondo politico-sociale e quello aziendale e finanziario non faranno la propria parte.

Come vedremo nel prosieguo del presente lavoro, creare un sistema che tenga in considerazione la capacità dell’uomo di intraprendere decisioni anche cruciali, costituisce la premessa assolutamente propedeutica per evitare le potenziali controindicazioni che derivano dalla semplice applicazione di alcune, se non di tutte, le tecnologie che andremo a riguardare. Quanto appena esposto è tanto più verosimile in quanto, alcune delle tecnologie che si stanno imponendo saranno in grado di decidere senza richiedere un preventivo “placet” umano, realizzando nei fatti delle sensibili controindicazioni che potenzialmente potrebbero manifestarsi come incontrollabili.

Conoscere per comprendere si rende quindi necessariamente assumibile come indiscutibile “must” propedeutico, al fine di meglio agire in un contesto rivoluzionario che ha certamente connotati innovativi sotto il profilo scientifico-tecnologico ma che potrebbe comportare irreversibili risvolti umani, se non governato *ab initio* nei dovuti modi. Ma sotto quale prospettiva è possibile osservare il cambiamento in atto? Un fondamentale contributo in merito ci viene fornito dalla prospettiva del valore e dalla gestione aziendale condotta in chiave etica.



Ormai da diversi anni in ambito economico aziendale e manageriale si è trattato il tema della responsabilità sociale di impresa e della soddisfazione degli stakeholder.

Tuttavia, la questione aperta è realizzare non “un cambiamento” ma “il cambiamento”. Ciò vuol dire creare *valore* alla luce delle più attuali concezioni manageriali e di gestione aziendale, trovando così una sintesi fra le innumerevoli dottrine in grado di soddisfare non una sola prospettiva ma le molteplici prospettive che coinvolgono gli esseri umani e l’ambiente in cui l’azienda opera.

Ma il valore non è l’unica chiave di lettura. L’etica e il rispetto verso l’uomo stesso richiedono una attenzione particolare, specialmente in un contesto aziendale e sociale sempre più condizionato dall’intervento tecnologico. Come si vedrà nel presente lavoro, partendo dai primissimi contributi dottrinali è possibile approdare a teorie attualissime che possono fornire una fondamentale chiave di lettura in merito.

Ma la comprensione è preliminare alla successiva gestione e controllo della rivoluzione in atto.

A tal fine, in questo contesto analitico si presenta in tutta la sua importanza l’eredità che i nostri grandi Maestri dell’economia aziendale ci hanno trasmesso.

Come si avrà modo di dimostrare, sia nel periodo antecedente all’adozione della economia aziendale quale scienza che nel prosieguo delle dottrine diffuse da Gino Zappa, le considerazioni di natura meramente tecnica sono sempre state corroborate da analisi e contenuti volti a preservare l’integrità e il rispetto dell’uomo. Per così dire, i padri della economia aziendale hanno tentato in tutti i modi di conseguire un vero e proprio protagonismo dell’uomo nel contesto economico. Essi hanno infatti preannunciato con saggia lungimiranza l’importanza di diffondere un principio di moralità quasi a voler scongiurare tempi oscuri che, nostro malgrado, stanno sempre più profilandosi nel nostro contesto socio-economico.

È quindi solo percorrendo un vero e proprio ritorno verso le nostre origini dottrinali, riscoprendo il piacere della lettura dei nostri classici economico-aziendali che sarà possibile trovare la chiave per il governo e il controllo della Quarta Rivoluzione Industriale.

Concludendo queste note introduttive, è possibile sostenere che, in base alla prospettiva con la quale si intenderà il cambiamento e alla luce degli strumenti di controllo che verranno utilizzati per realizzarlo, questo lavoro consente di evidenziare il fondamentale quesito su chi sarà il *vero protagonista* di questa Rivoluzione e che si aggiudicherà i benefici ultimi: *sarà la tecnologia o l’essere umano? Ai posteri l’ardua sentenza!*

## STRUTTURA E METODOLOGIA DI RICERCA

Il presente lavoro segue un filo logico ed un approccio analitico di natura qualitativa. Tale decisione è stata deliberatamente assunta in quanto – come avremo modo di spiegare nel prosieguo attraverso le parole stesse dei grandi economisti – la nostra disciplina non può essere spiegata e descritta esclusivamente mediante l'utilizzo di complesse formule matematiche.

Il campo di indagine del presente lavoro è rappresentato dalla conoscenza delle tecnologie e l'impatto delle stesse sull'uomo, nonché sui costrutti dallo stesso posti in essere dai millenni precedenti a tutt'oggi. I principali sistemi tecnologici definiscono il cosiddetto “strumento” attraverso il quale la Quarta Rivoluzione Industriale si sta attuando. Da ciò proviene il titolo della prima sezione. Seppur in maniera non esaustiva, essi vengono descritti nel *Capitolo 1* del presente lavoro in modo tale da dimostrare le connessioni ai fini aziendali e nel contesto socio-economico.

Il *Capitolo 2* contempla gli attori che giocano un ruolo cruciale in questa grande trasformazione. Una particolare attenzione viene riservata alle aziende e lo Stato, abbattendo così dei limiti troppo spesso scomodi che, oggi, rendono talune tematiche alla stregua di un vero e proprio tabù e pertanto poco trattati dalla disciplina economico-aziendale.

Nel *Capitolo 3* si approfondiscono le dottrine che, più di altre, si rendono essenziali per la comprensione del cambiamento in atto. Più che altro esse sono in grado di fornire diverse prospettive mediante le quali è possibile ottenere una interpretazione della trasformazione dei nostri modelli sociali e di business. Con approccio analitico vengono quindi trattate le dottrine in materia di creazione di valore e di etica, secondo le posizioni di studiosi internazionali e quelle di autori italiani. Dalla lettura del capitolo sarà possibile notare come le teorie tipicamente italiane anticipano di molto quelle internazionali rendendosi così delle straordinarie linee guida, benché poco valorizzate a livello internazionale.

Il *Capitolo 4* esprime l'analisi delle reali possibilità che l'Economia Aziendale ha relativamente allo studio di questo momento storico, ovvero la capacità di guidare “il nuovo” in tutte le poliedriche manifestazioni che verranno ad attualizzarsi.

In quanto consci della necessità di una ricerca marcatamente interdisciplinare nello studio delle scienze sociali, in questo capitolo si dimostra quanto l'Economia Aziendale – disciplina squisitamente italiana – abbia moltissime frecce al proprio arco e possa dunque essere una indiscutibile protagonista non solo nella indivi-

duazione delle future necessità delle imprese ma altrettanto sicuramente nella interpretazione della società che si sta delineando. Essa potrà fungere quale essenziale strumento per la comprensione e soprattutto per il governo del radicale cambiamento che si sta velocemente profilando e che muoverà la società civile nelle proprie manifestazioni economiche, politiche e sociali.

L'attento lettore si renderà poi conto della consistente mole di citazioni riportate direttamente dai testi dell'epoca. Per quanto inusuale, questa metodologia è stata specificamente voluta e ricercata dall'estensore del presente lavoro al fine di fornire tutto il piacere della lettura dei nostri classici economico-aziendali che troppo spesso, per difficoltà a reperire tali testi o in quanto stesi in un italiano vetusto, non vengono apprezzati come meritano.

Volendo quindi riassumere, il lavoro è stato idealmente suddiviso in tre sezioni:

Sezione 1°, ovvero analisi della tecnologia oggi disponibile e di quella che andrà a costituire il cuore della Quarta Rivoluzione Industriale.

Sezione 2°, ovvero analisi delle prospettive attraverso le quali è possibile comprendere il mutamento oggi in atto. I concetti di "valore" e di "etica" risultano essenziali per definire criteri ottimali di comprensione e intendimento di ciò che avviene, evitando così di ripercorrere gli errori del passato.

Sezione 3°, ovvero analisi degli strumenti di controllo proposti dalla dottrina economico-aziendale. Benché ignari del potenziale tecnologico raggiungibile, i grandi Maestri hanno da tempo fornito gli strumenti per giungere preparati a questo stadio evolutivo.

I loro scritti e la loro eredità risulta oggi più attuale che mai per poter realizzare con saggezza e oculata maestria le sfide tecnologiche del futuro. Bisogna allora chiedersi: saremo adeguatamente pronti?

## Parte Prima

# GLI STRUMENTI

**Sommario:** 1. LA QUARTA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE: ANALISI PRELIMINARI E DI CONTESTO. – 1.1. Le nuove tecnologie fra opportunità e problematiche connesse. – 1.2. Intelligenza Artificiale e Robotica. – 1.2.1. Le A.I. nell’ambito professionale. – 1.2.2. Le A.I. nell’industria. – 1.3. Materiali innovativi e stampa multidimensionale. – 1.4. Biotecnologie, neurotecnologie ed essere umano 2.0. – 1.5. IOT ovvero l’Internet delle Cose. – 1.6. La *Blockchain*. – 1.6.1. La tecnologia volta alla “condivisione”. – 1.6.2. Le prospettive della *Blockchain* nella *supply chain*. – 1.6.3. Gli *smart contract* (cenni). – 1.7. Le cripto valute. – 1.7.1. Definizione e applicazione. – 1.7.2. Le *cryptocurrencies* in rapporto alle *fiat money*.



## Capitolo 1

# LA QUARTA RIVOLUZIONE INDUSTRIALE: ANALISI PRELIMINARI E DI CONTESTO

### 1.1. Le nuove tecnologie fra opportunità e problematiche connesse

Sgombrando il terreno della dissertazione in ambito tecnologico da costrutti spesso ridondanti e a tratti ripetitivi, possiamo ricordare che ogni tecnologia non rappresenta altro se non un trasformatore o commutatore di energia, mutuata dalla natura.

All'interno di tale commutazione, l'energia sgorga attraverso la cultura dell'uomo e dai suoi sistemi organizzativi. Nei fatti la tecnologia non crea energia ma utilizza quella esistente e disponibile. Sembra così che l'uomo viva in una tranquillizzante illusione nella quale si identifica la tecnologia quale forza liberatoria dal giogo che ci lega in modo indissolubile con la natura, e dunque dall'ambiente che ci circonda.

Però, ci pare che quanto creduto non rappresenti che una totale falsità. Sin dalle origini, l'uomo vive la propria vita in un sistema aperto e non chiuso. Tutti gli esseri viventi, siano essi umani o meno, riescono a sopravvivere esclusivamente in presenza di una reciproca interazione con l'ambiente esterno.

Sta di fatto che in una visione meccanicistica che contraddistingue l'attuale stadio della nostra civiltà, la tecnologia è assurta a paradigma vincente dei modelli organizzativi di ogni attività umana, aumentando la prevedibilità e ogni tipo di sincronizzazione. Urge allora la domanda: ma quale sarà l'impatto?

In tale ottica si ritiene di interesse ripercorrere, seppur succintamente, quella età definita universalmente quale Rivoluzione Industriale per comprendere quali siano stati gli aspetti più salienti di quel primo e grande mutamento radicale del mondo produttivo che tante e significative ripercussioni ha avuto non solo nel campo economico ma altresì in quello politico, sociale e sulla stessa ragion d'essere del genere umano.

Parafrasando gli assunti di un grande Maestro della Storia Economica, Prof. Carlo Maria Cipolla (1966) nessun grande mutamento ha cambiato il corso della storia quanto la Rivoluzione Neolitica prima (in Europa tra il 5.000 e il 2.000 a.C.) e successivamente quella Industriale (in Europa tra il 1750 e il 1850). La prima ap-

prodò ad una trasformazione dell'umanità da un insieme di piccoli e liberi cacciatori in un insieme di società agricole. La seconda produsse la trasformazione dall'uomo pastore-agricoltore in un utilizzatore di macchine movimentate da energia inanimata.

In altre parole, la rivoluzione neolitica permise il passaggio dalla condizione di uomo selvaggio ad un primo stadio di civiltà, mentre la Prima Rivoluzione Industriale e quelle successive rappresentarono il *passe-partout* all'utilizzo di fonti di energia prima impensabili: carbone, petrolio, elettricità ed atomo. In quella che possiamo definire società industriale, il contributo della scienza e della tecnologia al mondo della produzione è stato significativamente grande, così come i mutamenti socio-economici collateralmente verificatisi sono stati imponenti. Il ritmo e la frequenza delle scoperte scientifiche ricorrentemente innovative sono stati e sono ad oggi ancora influenzati dall'entità e dalla qualità della ricerca. Prescindendo – almeno per il momento – da come ed in quali ambienti istituzionali o aziendali avvengono le più significative scoperte scientifiche e relative applicazioni tecnologiche (Rangone 2020; Schumpeter 1977) ci limitiamo a sottolineare che la dinamicità che contraddistingue la società industriale ha comportato, e continua a comportare, una rapida obsolescenza sia del capitale umano che di quello fisico. Sensibili risorse sono state indirizzate – e continueranno sempre più ad esserlo – verso gli aggiornamenti del personale, similmente si è verificato per gli investimenti in mezzi di produzione.

Aumento della produzione, del reddito pro-capite e complessivo dei Paesi sviluppati (spesso ahimè a discapito di quelli in via di sviluppo), aumento esponenziale della popolazione mondiale, sfruttamento ben oltre al sensato limite delle risorse disponibili con correlativo problema di inquinamento globale fuori controllo sono solo alcuni degli isolati elementi da prendere in considerazione per fare un doveroso bilancio del rapporto costi-benefici delle precedenti rivoluzioni industriali. Come abbiamo anticipato nel paragrafo precedente, l'approccio sistemico per lo studio di determinate problematiche, nato in un contesto di natura eminentemente scientifica è stato poi utilizzato altresì nelle scienze umane e sociali.

Ebbene riteniamo di essere nel giusto sottolineando che le argomentazioni divengono sempre più complesse – in merito alle varie rivoluzioni industriali che si sono succedute – quando si passa a considerare le problematiche che riguardano la società nel proprio complesso.

Le differenti manifestazioni dei diversi e rivoluzionari mutamenti tecnologici hanno imposto diverse e profonde ristrutturazioni della società umana sia all'interno di una singola società che nei diversi rapporti tra società diverse.

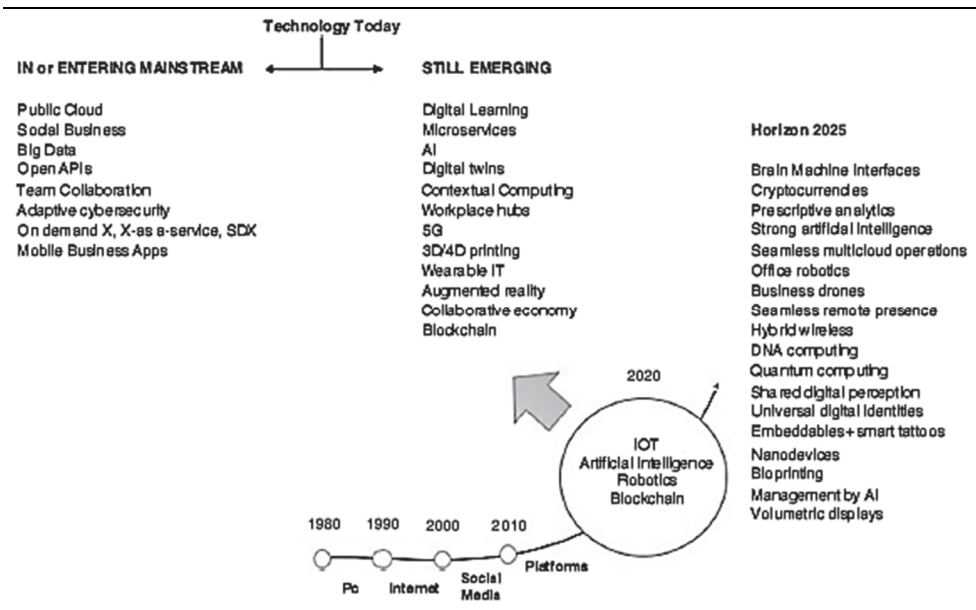
Una considerazione va comunque sottolineata. La Rivoluzione Neolitica ha avuto luogo e si sviluppò nel corso di millenni. Al contrario, la Prima Rivoluzione Industriale ha sconvolto le società civili ed umane in pochissime generazioni.

Sempre con assunti del prof. Cipolla, possiamo condividere che con la Prima Rivoluzione Industriale e quelle immediatamente successive si stanno imponendo:

“con urgenza allucinante problemi nuovi di una vastità tale, che la mente umana quale è attualmente riesce a malapena ad afferrare: così l’aumento incontrollato della popolazione, la bomba all’idrogeno, l’avvelenamento dell’atmosfera e dell’ambiente naturale, l’esigenza di una istruzione superiore di massa, la presenza di un numero proporzionalmente crescente di persone anziane tenute in vita ma ripudiate dalla società attiva, lo sgretolamento dello Stato tradizionale e l’organizzazione scientifica di incontrollati centri di potere, le possibilità aperte dalla genetica e dalla biologia di influenzare la natura ed il comportamento dell’uomo. Sotto il peso di questi problemi le vecchie strutture sociali e culturali cedono e vanno sostituite prontamente. Gemono i conservatori, che non capiscono quel che sta capitando e che si illudono di mantenere in vita un passato che è già morto. Soffrono gli altri, che capiscono quel che sta accadendo, ma che non sanno e non riescono a immaginare soluzioni immediate per tanti e tanto formidabili problemi. Si agitano i più giovani, che avvertono l’inadeguatezza delle vecchie istituzioni e delle generazioni più anziane; ma anch’essi non hanno migliori diagnosi e soprattutto non hanno migliori terapie. Tutti sono stati presi di sorpresa: la storia dell’*ap-prenti sorcier*, che sarebbe comica, se non fosse tragica” (Cipolla 1974: 339).

Oggi siamo al quarto stadio di tale rivoluzione, le opportunità sono cresciute in modo esponenziale ma, purtroppo, le controindicazioni collaterali non sembrano domate; anzi, potrebbero avviarsi verso una loro sensibile riacutizzazione.

Figura 1. – Le tecnologie che caratterizzeranno la 4°RI



Fonte: nostro adattamento da Hess 2018.



Prima ancora che si iniziasse a parlare in modo estremamente esplicito di Quarta Rivoluzione Industriale, profilandosene la propria realizzazione, diversi autori avevano anticipato quello che avrebbe potuto accadere in uno stadio successivo delle conoscenze scientifico-tecnologiche applicate alla società civile, dunque all'uomo stesso.

Uno degli autori, che ci pare possa essere preso come punto di riferimento fra i molti ai fini del presente lavoro, è sicuramente Jeremy Rifkin.

La visione di questo intellettuale sul connubio che sarebbe avvenuto tra scienza e tecnica, nel rapporto ed interazione tra uomo-macchina, è stata estremamente lucida e ne ha anticipato con largo anticipo la propria realizzazione.

In diverse pubblicazioni, in modo estremamente concreto e lungimirante, oltre venti anni or sono, sono stati affrontate le tematiche afferenti alla biotecnologia (Rifkin 1998), il progressivo declino dell'utilizzo della forza lavoro (Rifkin 1997), la legge dell'entropia e l'era industriale (Rifkin 2000). Sono state trattate tematiche che, in modo molto tangibile, sono salite alla ribalta solo un ventennio dopo. Esse ineriscono alla tematica della Quarta Rivoluzione Industriale e all'ipotesi – formulata da *think tank* internazionali – della necessità di un “Grande Reset” al fine di ridefinire e ridisegnare il nostro sistema socio-economico alla luce di una necessità di migliorare le condizioni del mondo.

Se lo stato attuale della scienza e della tecnologia applicate all'uomo ed ai suoi costrutti abbiano raggiunto la propria “singolarità” (Kurzweil 2005) è ciò che cercheremo di prendere in esame nel prosieguo, iniziando dalle singole scoperte scientifiche e tecnologiche per proseguire con una analisi che si avvale dell'approccio sistemico utilizzato nelle scienze umane e sociali.

## 1.2. Intelligenza Artificiale e Robotica

Passando all'esame delle diverse tecnologie, la prima che ci piace introdurre è l'intelligenza artificiale.

La *Artificial Intelligence* (A.I.) consiste nella capacità di un computer di svolgere funzioni e ragionamenti strettamente caratterizzanti la mente umana. Questa tecnologia – nei fatti – consta nella teoria e in correlate tecniche per lo sviluppo di algoritmi che permettono alle macchine di realizzare abilmente un'attività intelligente in determinati settori.

Il mercato che contraddistingue queste applicazioni è – come non potrebbe essere altrimenti – caratterizzato dalle grandi aziende transnazionali.

In questo campo partnership, sensibili investimenti e operazioni di *merger and acquisition* si impongono per la attuale connotazione della economia capitalistica. A titolo di esempio, si sottolinea l'accordo siglato nell'anno 2018 tra Amazon e Microsoft per integrare i rispettivi assistenti virtuali. Sotto il profilo strettamente strategico, l'integrazione tecnologica verte sul fatto che gli assistenti virtuali delle due aziende presentano specificità diverse.

Così come un'altra applicazione che viene qui segnalata è rappresentata dai risparmi di tempo e riduzione dei costi derivanti dalle automazioni nel mercato delle “software enterprise”.

Più specificatamente, queste applicazioni sono in grado in modo sistematico di produrre una condivisione di valore nuovo sia nel B2B che nel B2C <sup>1</sup>.

Per mezzo dell'automazione le applicazioni realizzano la sostituzione dell'uomo con le macchine in attività ripetitive, mentre con il processo di semplificazione esse sono in grado di generare un maggior utilizzo dei sistemi e dei processi delle imprese. Infine, con l'innovazione sdogano nuovi servizi innovativi che permettono in modo automatico la realizzazione delle cosiddette *insights* ossia le intuizioni aziendali che non sono sostenibili da parte dell'uomo.

Uno dei sottoinsiemi della A.I. è rappresentato dal *Machine Learning*. Tale sottoinsieme di A.I. consiste in tecniche di apprendimento automatico che hanno quale obiettivo preponderante la realizzazione di algoritmi o sistemi. Essi hanno quale base alcune osservazioni come dati per poter rappresentare nuovi contenuti informativi. Il *learning* può dunque avvenire impadronendosi delle caratteristiche di interesse che provengono – a mero titolo esemplificativo – da esempi o strutture forniti al fine di realizzare analisi e poter valutare le relazioni intercorrenti tra le variabili osservate.

Questo *learning* automatico viene corroborato da reti neurali artificiali che simulano il comportamento del cervello umano per definire le connessioni tra i vari neuroni artificiali e la loro attivazione. Tutto ciò viene realizzato al fine di ottenere prestazioni elevate in determinate applicazioni come il riconoscimento vocale, l'elaborazione del linguaggio naturale o il riconoscimento di immagini.

Da quanto sopra esposto, ne consegue che possiamo sottolineare con forza quanto l'Intelligenza Artificiale stia arrivando a svolgere delle funzioni di natura cognitiva che in precedenza si pensavano essere del solo dominio umano. Le tecniche di apprendimento di natura automatica “[...] stanno contribuendo a dominare l'uomo in competizioni in cui si pensava essere necessario solo l'intuito” (Schwab 2019: 183). È ovvio che, seguendo tale ordine di argomentazioni, tanto sarà più sensibile e sofisticata la possibilità di decisione delle applicazioni fornite di intelligenza artificiale tanto più intensa sarà la collaborazione tra l'uomo ed i robot destinatari di tali applicazioni.

### 1.2.1. Le A.I. nell'ambito professionale

L'introduzione massiccia della A.I. potrà generare nuove professioni in molti settori economici ma vi è un chiaro rischio che potrà altresì renderne completamente obsolete delle altre. Si pensi ad esempio al sistema di trasporto a guida com-

---

<sup>1</sup> Con gli acronimi B2B e B2C ci si riferisce alle ben note transazioni commerciali Business To Business e Business To Consumer.

pletamente automatica con conseguente perdita di lavoro nel settore logistico. Nel settore medico, della contabilità e finanza ed ancora dei servizi legali, l'intelligenza artificiale è già una realtà. Sebbene le figura del medico, dell'avvocato o del commercialista non possano essere del tutto sostituite sia l'Intelligenza artificiale che la robotizzazione stanno facendo il loro ingresso nei settori professionali risparmiando al professionista lo svolgimento di tutte quelle attività meccaniche e ripetitive grazie all'intervento di programmi in grado di leggere, catalogare ed archiviare documenti, condurre ricerche e fornire pareri in risposta a specifici quesiti (Moro 2019).

Tali soluzioni permettono così di ridurre i costi limitando al contempo gli errori e, teoricamente, dovrebbero consentire al professionista di avere più tempo da investire nelle attività intellettuali a più alto valore aggiunto. Nei grandi studi legali americani e anglosassoni, infatti, sono già diffusamente impiegati software di analisi della giurisprudenza esistente in relazione a casi specifici. La JP Morgan ha adottato il COIN Software Contract Intelligence. In pochi secondi, questa tecnologia è in grado di svolgere un'attività di analisi di documenti che altrimenti costerebbe 360.000 ore in collaboratori e assistenti. Esistono poi degli strumenti, come ad esempio il programma ROSS, in grado di fornire una bozza di risposta ad uno specifico quesito legale.

Anche il settore contabile appare molto sensibile all'innovazione tecnologica. La società McKinsey, prevede con buona approssimazione che l'86% delle attività legate alla contabilità sarà automatizzato (McKinsey 2017). Così come l'intelligenza artificiale della IBM denominata "Watson" è in grado di automatizzare l'attività di dichiarazione dei redditi nel modo fiscalmente più vantaggioso, analizzando tutta la normativa e le agevolazioni possibili dopo aver testato diverse simulazioni. Si può sostenere altresì che le maggiori compagnie mondiali di consulenza hanno già adottato diverse soluzioni di Intelligenza Artificiale e automatizzazione, con riferimento soprattutto alla analisi della contrattualistica, l'individuazione di frodi ed i servizi di analisi del rischio.

Considerando la velocità con la quale l'innovazione tecnologica sta trasformando il mondo, nel prossimo futuro attività come quella legale, della contabilità, di elaborazione e presentazione delle dichiarazioni redditi nonché di elaborazione di paghe e contributi previdenziali, potranno essere quasi totalmente automatizzate grazie a strumenti basati sull'intelligenza artificiale. Ciò comporterà un significativo cambiamento del settore di queste professioni che potremmo definire classiche, con sensibili conseguenze e sfide per la sopravvivenza ma anche di opportunità.

### 1.2.2. Le A.I. nell'industria

Sul versante più strettamente industriale le innovazioni nella robotica volante meglio identificata come i "droni" e quelle utilizzate nell'assemblare i componenti auto senza l'utilizzo umano hanno già raggiunto significativi traguardi. Così co-

me le automobili prive di conducente, conosciute anche quali “veicoli autonomi”, sono riuscite a riguardare la guida di un automezzo pesante sulle autostrade.

Le fabbriche che adotteranno massicciamente la A.I. potrebbero divenire dei siti costantemente connessi in cui il mondo reale e il mondo digitale vengono a integrarsi sistematicamente. La produzione, sarà sempre più caratterizzata da una reciproca interdipendenza *machine to machine* (meglio conosciuta come M2M) oltre che da una interazione “uomo-macchina”. Queste nuove tecnologie saranno in grado di trasformare gli oggetti in sistemi dotati di reciproca comunicazione e dotati di intelligenza. I processi produttivi saranno dotati di una enorme disponibilità di dati ed informazioni rimodellando i modelli di business aziendali sempre in grado di adattarsi ai continui e costanti mutamenti che caratterizzano l’economia della conoscenza (Tronti 2015; Chicchi e Roggero 2009).

Quale logica conseguenza ne possiamo dedurre che l’innovazione tecnologica sin qui presa in esame, fornisce indubbi motivi di opportunità ma, contestualmente, enfatizza in modo estremamente sensibile la *distruzione creatrice* insegnataci da Schumpeter (1977).

Sino ad oggi i business tradizionali – almeno per quanto riguarda il nostro Paese – sono legati ad uno sviluppo pre-digitale evidenziando così un enorme *gap tecno-aziendale* (Rangone 2020: 196). Quale logica conseguenza ne deriva che risulterà sensibilmente complesso adattare strutture economiche di tipo tradizionale alla realtà digitale o 4.0.

Come vedremo dai dati nel prosieguo del presente lavoro, ancora un enorme numero di business è rimasto interamente escluso dalle realtà digitali. L’intelligenza artificiale già oggi è in grado di trasformare l’economia digitale ma in un futuro quanto mai prossimo riuscirà a portare la propria “rivoluzione” altresì nel mondo dell’economia reale.

Al contrario – in una impresa tecnologicamente avanzata – il processo produttivo di un prodotto aziendale ha delle proprie fasi così individuabili: modalità di produzione, consegna e consumo. Tale processo è influenzato dalla rete che a propria volta determina quanto l’impresa ha la possibilità di espandersi. Passare dall’analogico al digitale, dal materiale al virtuale, ha avuto quale risvolto la realizzazione di prodotti che possono certamente essere posti in essere in massa, spediti automaticamente da magazzini localizzati, utilizzati ovunque tramite applicazioni installate su dispositivi mobili. Queste trasformazioni digitali hanno modificato il modo in cui le imprese sono destinate a operare.

Queste trasformazioni rivoluzionarie non saranno però prive di conseguenze e rischi. I robot controllati dalla A.I.:

“avranno difficoltà nel prevedere l’impatto della riorganizzazione in termini di competenze e occupazione, mettendo a dura prova la società. Inoltre, i dettagli degli algoritmi utilizzati nell’apprendimento automatico sono ancora sconosciuti ai più e potrebbero riflettere dei pregiudizi socialmente pericolosi che andrebbero eliminati. Le previsioni a lungo termine ci ricordano di non sottovalutare i rischi prodotti da questioni

esistenziali laddove non riuscissimo ad armonizzare i valori umani e quelli caratterizzanti l'intelligenza artificiale, sottolineando altresì che i rischi informatici possono essere causati da criminali che eludono, violano o confondono i sistemi dotati di intelligenza artificiale. I ricercatori auspicano perciò che si avviino discussioni in merito ai modelli etici e ai valori che possono guidare lo sviluppo e la diffusione dell'intelligenza artificiale e della robotica. Queste ultime diventeranno una presenza costante a prescindere da quello che il futuro ci riserva e l'interazione con esse avrà conseguenze a lungo termine" (Schwab 2019: 181).

### 1.3. Materiali innovativi e stampa multidimensionale

La Quarta Rivoluzione Industriale avrà come sensibile componente di riferimento quello dei materiali innovativi o avanzati. Per quanto concerne l'Europa, questi sono stati identificati dalla UE tra le nuove tecnologie che danno la possibilità alle imprese di porre in essere delle differenziazioni, utilizzando innovazioni in grado di innalzare la qualità e il valore della propria produzione. I materiali vengono utilizzati in applicazioni ad alta tecnologia e hanno quale sensibile conseguenza quella di porre in essere prodotti in grado di ridurre l'impatto ambientale e/o il consumo delle risorse.

“Sono inclusi in tale categoria anche i cosiddetti *smart materials*, ossia i materiali intelligenti in grado di reagire a opportuni stimoli ambientali, modificando le proprie caratteristiche come per esempio il colore, l'indice di rifrazione, le tensioni interne, il volume, ecc. Le scoperte scientifiche sui materiali avanzati possono essere funzionali a diversi ambiti industriali, oltre ad essere sovrapponibili ad altre tecnologie abilitanti come la micro/nanoelettronica, la fotonica o le nanotecnologie. [...] Nello specifico i materiali avanzati hanno avuto un'evoluzione continua, trovando applicazione in diversi settori come per esempio quello automotive, biomedicale e aerospaziale. Le case automobilistiche già da diversi anni, infatti, utilizzano materiali compositi a base di fibra di carbonio per la produzione di automobili sportive e di alta gamma; le auto elettriche di nuova generazione sono in gran parte realizzate con materiali compositi leggeri e resistenti al fine di incidere meno sul peso e di conseguenza sui consumi. Altre innovazioni sono spesso frutto della combinazione di avanzamenti tecnologici e della scoperta di nuovi materiali: è il caso dei dispositivi elettronici flessibili applicati ai tessuti o direttamente sul corpo umano, composti da un substrato siliconico e piccole parti elettroniche che hanno la capacità di allungarsi e piegarsi milioni di volte mantenendo inalterata la loro conduttività” (Pennella 2019).

Facendo riserva di soffermarci maggiormente sulla tematica delle nanotecnologie in tema di biotecnologie e neurotecnologie (Micera *et al.* 2020), ci limitiamo qui a sottolineare che i prodotti innovativi derivanti dalla nanotecnologia sono oggi denominati materiali nanotecnologici quali – con esemplificazione non esaustiva – i nanotubi di carbonio, le strutture nanocomposite o nanoparticelle di una

particolare sostanza (Mohamed 2019) nonché quelli che invece vengono chiamati veri e propri processi nanotecnologici quali ad esempio *nanopatterning* o punti quantici nella diagnostica per immagini (Singh *et al.* 2011).

La possibilità di migliorare prodotti e materiali esistenti, creando componenti più piccoli e materiali con prestazioni migliori a un costo inferiore, comporterà il fatto che in un futuro – sicuramente prossimo – avremo sul mercato un numero sempre maggiore di imprese che si occuperà di produrre i cosiddetti nano prodotti.

A livello industriale tali materiali hanno la necessità di soddisfare delle prestazioni sempre più elevate, con una propria realizzazione e che permettano necessariamente dei risvolti ecologicamente compatibili. È dunque facile comprendere quanto l'adozione di materiali “non tradizionali” nella produzione industriale stia spingendo le imprese ad affrontare sensibili investimenti in ricerca e sviluppo e – stante la peculiarità delle PMI italiane – la necessità di sempre più numerosi accordi di collaborazione con centri specialistici nella ricerca e sviluppo, poli universitari specialistici ovvero la ricerca di provvidenze statali o comunitarie che permettano il cambiamento di passo (Broggi e Rangone 2018).

Da studi scientifici specialistici si può infatti appurare quanto lunghi siano i tempi per la realizzazione di materiali innovativi, con la contestuale necessità di ingenti investimenti. Ne consegue una diretta e quanto mai collaterale necessità di fare degli investimenti ai fini dello sviluppo di database e nell'apprendimento automatico o *machine learning*. Questi stati di fatto (tecnico-scientifici) impongono alle aziende di tenere in largo riferimento una visione di periodo medio-lungo, in assenza della quale può divenire di difficile attuazione lo sviluppo dei processi che ineriscono l'utilizzo dei materiali avanzati.

Tuttavia, tali processi non sono certamente esenti da criticità che possono verificarsi a seguito dell'adozione di materiali innovativi e della nanotecnologia.

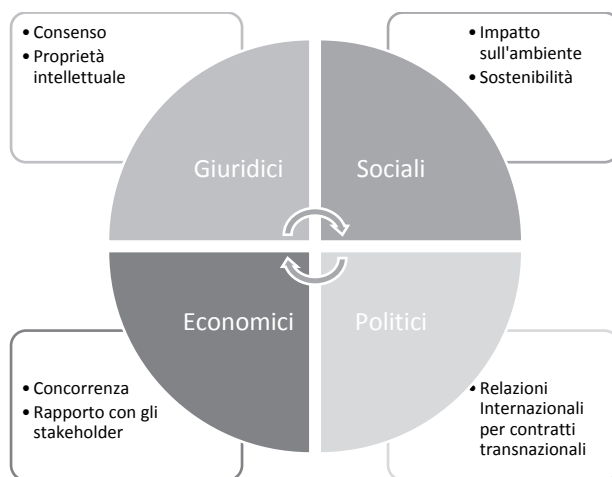
Come evidenziato nella Figura 2, le criticità ineriscono a questioni di natura economica, giuridica, politica e sociale, imponendo così una più attenta e meno disinibita accettazione delle tecnologie oggi disponibili.

Vediamo ora di comprendere che cosa si intende e quali siano le applicazioni industriali della stampa multidimensionale.

Per stampa 3D e relativa produzione additiva viene inteso ogni processo orientato a creare un determinato oggetto fisicamente rilevante utilizzando una continua e progressiva sovrapposizione di materiali. La differenza di una tale produzione da quella tradizionale risiede nel fatto che, al contrario, in questa ultima le forme si ottengono mediante la rimozione del materiale ovvero con una modificazione del volume. All'onore del vero la stampa 3D è datata da oltre 25 anni ma il suo utilizzo più concreto ha trovato una realizzazione negli ultimi anni grazie ad una componentistica sempre più precisa, adattabile ed efficiente. Sebbene la stampa 3D non abbia ancora avuto una utilizzazione diffusa in campo industriale, si segnala che l'utilizzo di tale processo produttivo di stampa, trova applicazione nella stam-

pa di elementi della ceramica, dei metalli, nell'impiego di materiali innovativi di cui si è detto più sopra ed altresì in altri settori produttivi. Tra questi possiamo annoverare imprese costruttrici di aeromobili che con tale impiego evitano il processo di assemblaggio, ed ancora il settore della moda che realizza beni su misura con alta definizione e precisione.

**Figura 2.** – Punti critici ancora da risolvere ai fini della diffusione di materiali tecnologici avanzati



*Fonte:* elaborazione dell'autore.

La produzione additiva, specialmente la stampa 3D, sta lasciando un segno tangibile nel settore industriale, stravolgendo completamente i metodi operativi e lo sviluppo dei prodotti.

Con l'imporsi della Quarta Rivoluzione Industriale e l'utilizzo di stampe multidimensionali potranno essere prodotti componenti smart, specificatamente utilizzabili dai sistemi "cyber-fisici" che consistono in sistemi informatici in grado di interagire sistematicamente con i sistemi fisici in cui operano (Cardin 2019; Thiede *et al.* 2016; Monostori 2014). Ovviamente il tipo di rivoluzione che stiamo prendendo in esame sarà in grado di moltiplicare, a livello esponenziale ed in tempi rapidi impensabili, i risultati in termini di nuove tecnologie nel settore informatico, le nanotecnologie, i nuovi materiali innovativi e le stampe multidimensionali. Per quanto inerisce a queste ultime, infatti, dal 2013 in poi ha iniziato ad imporsi anche la stampa in 4D, sebbene essa sia ancora in fase sperimentale. Anche in quest'ultima si utilizza la stereolitografia per ottenere output concreti da progetti digitali (Sposito e Scalisi 2017). Tra questi due processi esiste però una

differenza essenziale che riguarda l'utilizzo di materiali "speciali" nella stampa 4D. Mediante uno stimolo esterno previsto in fase di programmazione, gli oggetti riescono ad essere plasmati ottenendo così una propria forma finale (Campbell *et al.* 2014).

È qui solo il caso di accennare che la stampa multidimensionale – una volta impostasi a pieno regime e livello industriale – rivoluzionerà senza ombra di dubbio i sistemi produttivi, di consumo e – mutuando una terminologia cara a Michael Porter – rivoluzionerà l'intera "catena del valore" (Porter 1985).

La completa autonomia in cui la stampa multidimensionale può svolgere determinate mansioni soprattutto accessorie o a basso costo, potrebbe favorire il ritorno nei Paesi di origine quelle imprese che avevano delocalizzato in tutto o in parte le proprie produzioni in Paesi in via di sviluppo ai fini del risparmio sul costo del lavoro o per motivazioni di natura fiscale. A nostro modesto avviso, tutto ciò non potrà non comportare pesanti ripercussioni sia nei Paesi d'origine che in quelli in via di sviluppo.

#### 1.4. Biotecnologie, neurotecnologie ed essere umano 2.0

L'utilizzo di biotecnologie e neurotecnologie – al servizio dell'uomo, con forti possibilità di compiere passi giganteschi ma con possibili controindicazioni – ha da diverso tempo fatto discutere e coinvolto una moltitudine di persone quali gli studiosi, i ricercatori, gli esperti di tecnologie e perfino il semplice cittadino.

A tal proposito ci piace riportare quanto riferito – con largo anticipo – da Jeremy Rifkin, noto economista nonché Presidente della Foundation on Economic Trends di Washington:

“Presto avremo a disposizione le istruzioni su come costruire un essere umano. Sapremo che cosa significa pensare e che cosa significa ricordare. Questo trasformerà totalmente la nostra visione delle malattie e di noi stessi. Non siamo in grado, al momento, di anticipare quale impatto avrà su di noi tutto ciò” (Rifkin 2000: 66).

Sin dalla metà del secolo scorso l'ingegneria genetica è all'opera per produrre tecnologie che si sarebbero poi dimostrate foriere di risultati strabilianti. Oltre ai risultati positivi dei quali l'uomo avrebbe potuto godere, sin dagli albori della sua applicazione si è discusso dei pericoli che queste tecnologie avrebbero potuto comportare al genere umano: specie transgeniche, bambini in provetta, uteri in affitto, chirurgia del gene umano e fabbricazione di organi umani. Il nostro è sicuramente un secolo da "mondo nuovo". Le biotecnologie fanno sognare ad occhi aperti per le grandi scoperte ed un futuro brillante privo di incertezze e colmo di speranze. Ma oggi che stiamo affrontando realmente una più approfondita applicazione di queste tecnologie, ci sovviene di porci una doverosa domanda: qual è il prezzo che l'uomo deve pagare per questi giganteschi passi in avanti?



Quello che pensiamo in termini di vita e di esistenza umana, verranno sicuramente e radicalmente modificati. Le nostre convinzioni in termini di riproduzione, nascita, sessualità nonché i concetti stessi di paternità e maternità (Roberson 2006) dovranno essere – con molta cognizione di causa – ripensati non solo per motivazioni di ordine socio-economico ma dovranno trovare una idonea disciplina sotto il profilo squisitamente giuridico.

Senza trascurare sicuramente le osservazioni appena riportate, si può d'altro canto sottolineare positivamente che le scoperte tecnologiche in campo biotecnologico, possono incidere sull'invecchiamento delle popolazioni. Combinando biomateriali e ingegneria avanzata, potrebbero essere affrontate diverse criticità derivanti dall'invecchiamento dell'uomo. Pensiamo alla possibilità – attraverso la stampa 3D presa in esame in precedenza – di ricombinare cellule staminali di un paziente al fine di riprodurre in laboratorio strutture ossee da utilizzare ai fini di un vero e proprio “ricambio”. In qualità di aziendalisti, possiamo sostenere che su questo fronte è solo questione di business. Se il rapporto costi-benefici produrrà un delta sensibilmente positivo, questa possibilità diverrà di facile ed immediato realizzo.

Soffermiamoci poi a pensare quale risvolto socio-economico potrebbe comportare la possibilità di brevettare la vita da parte di aziende transnazionali e globali. Intendiamo qui riferirci al corredo genetico della razza umana, di tutte le cellule e i tessuti che compongono il corpo umano. Ed ancora alla possibilità di brevettare decine di migliaia di microrganismi, piante o animali.

Non pensiamo di esagerare se riteniamo che questa realtà potrebbe rappresentare una ulteriore “recinzione” – forse l'ultima – già ben delineata dal noto sociologo e antropologo Karl Polanyi (2001).

La “Quarta Rivoluzione Industriale” potrebbe comportare invero la fine della *consecutio* di rivoluzioni industriali progressivamente avvenute. Le rivoluzioni biotecnologiche e neuro tecnologiche portano con sé un radicale cambiamento nelle tecnologie le quali, a loro volta, trasformano non solo il *modus operandi* dell'uomo ma implicano nuove forme di commercio, un nuovo modo di fare industria ed ancora una nuova sociologia che va ben oltre la *Società Liquida* prevista dai sociologi (Baumann 2000). Ci troviamo oggi a cavallo di una situazione sensazionale, affascinante ma pericolosa, se non verrà ben governata. L'intuizione di Zygmunt Bauman infatti, pare ancora oggi estremamente attuale. Il concetto metaforico della “*liquidità*” descrive perfettamente la condizione nella quale ci troviamo: una sorta di ambiente intermedio, transitorio e incompiuto, il cui punto di arrivo resta ancora misterioso. Il compianto e straordinario sociologo parla di una sorta di “*interregno*” nel quale ci risulta del tutta chiara ed evidente ormai l'inefficacia dei vecchi modi di *agire* ed *essere*, ma – allo stesso tempo – non sono state definite nuove modalità attraverso le quali affrontare le sfide che ci attendono. Le difficoltà di interpretare questa fase rivoluzionaria, caratterizzata da tecnologie derivanti dall'ingegneria biologica e genetica, risiedono per la maggior parte da al-

cune “ansie e preoccupazioni” tipicamente umane. Diversamente dalle altre tecnologie di natura digitale, queste generano delle reazioni sensibili in termini di emotività. Nei fatti la possibilità di manipolare il DNA umano può destare perplessità ed angosce che andranno sicuramente gestite.

Vi è poi da considerare che l’effetto di tali biotecnologie non è perfettamente prevedibile poiché devono operare su soggetti viventi (uomo, animali e piante) che ovviamente si sono evoluti per mezzo di geni regolatori. In campo industriale possiamo sottolineare che – così come analizzato ai fini delle tecnologie di nuovi materiali – gli investimenti nel campo biotecnologico debbono prevedere sensibili investimenti che avranno dei ritorni sicuramente non a breve o medio termine bensì a lungo, lunghissimo termine.

Volendo passare ad un breve esame delle neurotecnologie, possiamo evidenziare che queste tecnologie forniscono la possibilità di condizionare, influire ed orientare il pensiero e la coscienza, comprendendo così le non numerose attività del cervello umano. Il loro utilizzo mira alla comprensione di quanto l’essere umano sta pensando e l’attivazione di questa “sintonizzazione” avviene soprattutto attraverso sostanze chimiche.

Volendo considerare altresì – seppur solo marginalmente – l’approccio esoterico al riguardo, è bene ricordare che per migliaia di anni si è cercato di influenzare il comportamento umano, imponendo alterazioni chimiche del cervello, mediante pratiche sciamaniche o con l’utilizzo di sostanze che, di volta in volta, sono state oggetto di divieti (Hayes 2010).

L’utilizzo di funghi allucinogeni, l’assunzione di alcool, il fumo del semplice tabacco, la masticazione di foglie di coca, l’utilizzo del caffè in dosi sostanziose sono degli esempi – non certo esaustivi – di ciò che in passato è stato utilizzato per il controllo della mente, sia per semplice svago ma anche per ottenere obiettivi e pratiche di potere, condizionare il credo religioso e così via (Narby 2006: 21 e ss.). Quanto appena riportato mira a sottolineare in modo chiaro che non vi era certo la necessità di giungere all’utilizzo di neurotecnologie per condizionare il comportamento umano. Ad oggi queste tecnologie stanno dimostrando di essere in grado di contribuire alla misurazione, identificazione dei segnali elettrici e chimici del cervello umano. È conseguentemente di facile intelligenza dedurre che “comunicare con il cervello” potrebbe dischiudere una sterminata opportunità di business per alcuni settori di ricerca applicata, strumentali ad iniziative industriali a livello mondiale. Ovviamente si tratta di gruppi imprenditoriali con a disposizione ingentissime quantità di capitali e risorse, in grado di accaparrarsi le tecnologie ed utilizzarle per fini industriali con forti ritorni reddituali. A propria volta, le neuro tecnologie stanno dando dimostrazione di essere strumentalmente propedeutiche negli altri settori della Quarta Rivoluzione Industriale quali, a mero titolo esemplificativo, il miglioramento di algoritmi per l’apprendimento automatico. Più si comprende il funzionamento del cervello umano, più il sistema industriale sarà in grado di mettere a punto strumenti ed apparecchiature in grado di imitare le funzioni cerebrali, o per lo meno di interagire con esse.