



La quarta rivoluzione industriale

Klaus Schwab

Prefazione di John Elkann

FrancoAngeli

Tracce

I nuovi passaggi della contemporaneità

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet: www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio “Informatemi” per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

Klaus Schwab

La quarta rivoluzione industriale

Prefazione di John Elkann

FrancoAngeli

Progetto grafico di copertina: Elena Pellegrini

Titolo originale: *The Fourth Industrial Revolution*.

World Economic Forum, Cologny, Switzerland.

Copyright © 2016 by World Economic Forum. All rights reserved.

This translation is published by arrangement with the World Economic Forum.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, whether by electronic, mechanical and/or photocopying means without the prior written permission of the World Economic Forum, Cologny, Switzerland.

Traduzione dall'inglese a cura di ADAPT

1a edizione. Copyright © 2016 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it.

Indice

| | | |
|---|------|----|
| Prefazione , di <i>John Elkann</i> | pag. | 9 |
| Introduzione | » | 13 |
| 1. La quarta rivoluzione industriale | » | 19 |
| 1.1. Il contesto storico | » | 19 |
| 1.2. Cambiamenti profondi e sistemici | » | 22 |
| 1.2.1. Disuguaglianza: una sfida sistemica | » | 25 |
| 2. I driver del cambiamento | » | 29 |
| 2.1. Megatrend | » | 29 |
| 2.1.1. Sfera fisica | » | 30 |
| 2.1.2. Sfera digitale | » | 33 |
| 2.1.3. Sfera biologica | » | 37 |
| 2.2. Punti di discontinuità | » | 41 |
| 3. Impatto | » | 45 |
| 3.1. Economia | » | 45 |
| 3.1.1. Crescita | » | 46 |
| 3.1.2. Occupazione | » | 53 |

| | | |
|---|------|-----|
| 3.1.3. La natura del lavoro | pag. | 66 |
| 3.2. Attività produttive | » | 69 |
| 3.2.1. Le aspettative dei clienti | » | 72 |
| 3.2.2. Il miglioramento del prodotto attraverso l'uso di dati digitali | » | 75 |
| 3.2.3. L'innovazione collaborativa | » | 77 |
| 3.2.4. Nuovi modelli operativi | » | 78 |
| 3.3. La dimensione nazionale e globale | » | 88 |
| 3.3.1. I governi | » | 89 |
| 3.3.2. Paesi, regioni e città | » | 95 |
| 3.3.3. Sicurezza internazionale | » | 103 |
| 3.4. La società | » | 114 |
| 3.4.1. Le disuguaglianze sociali e la classe media | » | 115 |
| 3.4.2. La comunità | » | 118 |
| 3.5. L'individuo | » | 121 |
| 3.5.1. Identità, moralità ed etica | » | 123 |
| 3.5.2. L'interazione umana | » | 126 |
| 3.5.3. La gestione delle informazioni pubbliche e private | » | 128 |
| La strada da percorrere | » | 131 |
| L'intelligenza contestuale: la mente | » | 132 |
| L'intelligenza emotiva: il cuore | » | 133 |
| L'intelligenza ispirata: l'anima | » | 134 |
| L'intelligenza fisica: il corpo | » | 135 |
| Verso una nuova rinascita culturale | » | 136 |
| Ringraziamenti | » | 141 |

| | | |
|--|------|-----|
| Appendice. Cambiamenti sostanziali | pag. | 145 |
| Cambiamento n. 1 | | |
| Le tecnologie impiantabili | » | 146 |
| Cambiamento n. 2 | | |
| La nostra presenza digitale | » | 149 |
| Cambiamento n. 3 | | |
| L'occhio come nuova interfaccia | » | 152 |
| Cambiamento n. 4 | | |
| Internet "indossabile" | » | 154 |
| Cambiamento n. 5 | | |
| Internet ovunque | » | 156 |
| Cambiamento n. 6 | | |
| Un supercomputer in tasca | » | 159 |
| Cambiamento n. 7 | | |
| Supporti per l'archiviazione elettronica dei dati accessibili a tutti | » | 163 |
| Cambiamento n. 8 | | |
| L'Internet delle e per le cose | » | 166 |
| Cambiamento n. 9 | | |
| La casa connessa | » | 170 |
| Cambiamento n. 10 | | |
| Le città intelligenti | » | 173 |
| Cambiamento n. 11 | | |
| I <i>big data</i> e il processo decisionale | » | 175 |
| Cambiamento n. 12 | | |
| I veicoli autonomi | » | 178 |
| Cambiamento n. 13 | | |
| Processo decisionale e intelligenza artificiale | » | 180 |
| Cambiamento n. 14 | | |
| Intelligenza artificiale e mansioni impiegate | » | 182 |

| | | |
|--|------|-----|
| Cambiamento n. 15 | | |
| Robotica e servizi | pag. | 185 |
| Cambiamento n. 16 | | |
| <i>Bitcoin e blockchain</i> | » | 187 |
| Cambiamento n. 17 | | |
| La <i>sharing economy</i> | » | 189 |
| Cambiamento n. 18 | | |
| I governi e la tecnologia <i>blockchain</i> | » | 192 |
| Cambiamento n. 19 | | |
| Stampa tridimensionale e attività produttiva | » | 193 |
| Cambiamento n. 20 | | |
| Stampa tridimensionale e salute dell'uomo | » | 197 |
| Cambiamento n. 21 | | |
| Stampa tridimensionale e prodotti di consumo | » | 200 |
| Cambiamento n. 22 | | |
| La creazione di esseri umani | » | 203 |
| Cambiamento n. 23 | | |
| Le neurotecnologie | » | 205 |

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 “combinate” 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’opi-

nione, 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.

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 definitivi, all’interno del presente volume ho assegnato a questo termine il significato più generale possibile.

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. 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.