Renata Borgato, Paola Cristiani,
Valentina Andreoli

L'ABC del 4.0

FrancoAngeli

LA SOCIETÀ
Saggi sugli aspetti rilevanti 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
o scrivere, inviando il loro indirizzo, a "FrancoAngeli, viale Monza 106, 20127 Milano".

Renata Borgato, Paola Cristiani,
Valentina Andreoli

L'ABC del 4.0

FrancoAngeli

Copyright © 2018 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 *Carlo Mapelli* pag. 9

Premessa » 11

1. Introduzione al 4.0 » 13
1. Il contesto » 17
2. Evoluzione o rivoluzione? » 19
3. La telemetria » 21
4. I sensori » 24
5. I sistemi di acquisizione » 25
6. Il principio di usabilità » 26
7. I Big Data e il Cloud Computing » 28
8. CPS – Cyber Physical Systems (Sistemi Cyber fisici) » 29

2. Tecnologie e strumenti dell'*industria 4.0* » 31
1. Le tecnologie abilitanti » 31
2. Gli Open Data » 32
3. L'Internet of Things » 34
3.1. A che cosa serve Internet of Things? » 35
4. Il Machine-to-Machine » 35
5. I Big Data Analytics » 37
5.1. A cosa servono i Big Data Analytics? » 37
6. La Blockchain » 39
6.1. A cosa serve la Blockchain? » 40
7. Interazione o Interfaccia uomo-macchina? » 40

3. Il passaggio dal digitale al reale » 42
1. Prototipazione virtuale e simulazioni » 42

1.1. A che cosa servono prototipazione virtuale e simulazioni? pag. 44
2. Realtà virtuale » 44
3. Manifattura additiva » 44
3.1. A che cosa serve la manifattura additiva? » 45
4. Realtà aumentata » 45
4.1. A cosa serve la Realtà aumentata? » 46
5. La Robotica collaborativa » 46
5.1. A cosa servono i robot? » 47
5.2. Gli esoscheletri » 49

4. Implicazioni del 4.0 e domande aperte » 50
1. Quali ricadute il 4.0 ha e avrà sull'occupazione? » 51
2. Sul Rapporto uomo/macchina » 52
3. Sull'Organizzazione del lavoro (la fabbrica intelligente) » 55
4. Dell'Ontologia dell'informatica » 57

5. Le sfide » 59

6. 4.0 e sicurezza » 64
1. Misure comportamentali » 64
2. Misure soggettive » 65
3. Misure fisiologiche » 66

7. Risorse umane, formazione e competenze » 69

8. L'immaginario precede sempre il reale » 72
1. Le anticipazioni della fantascienza » 74
2. Narrativa » 74
3. Cinematografia » 79

Bibliografia » 82

Allegato 1. Piano nazionale industria 4.0 – 2017-2020 » 83

Allegato 2. Risoluzione del Parlamento europeo del 16 febbraio 2017 » 86

Allegato alla risoluzione. Raccomandazioni concernenti il contenuto della proposta » 107

Gli autori » 115

Non hai veramente capito qualcosa fino a che non sei in grado di spiegarla a tua nonna.

Albert Einstein

Della vita non bisogna temere nulla. Bisogna solo capire.

Marie Curie

Prefazione

di *Carlo Mapelli**

Questo testo rappresenta una sintetica e chiara piattaforma circa i principali aspetti coinvolti nella cosiddetta Industria 4.0. Il fermento che si è generato ultimamente su questo argomento ha prodotto anche un'inevitabile confusione e spesso un disordine, che non aiutano a comprendere le diverse tecnologie che si stanno sviluppando e le loro potenzialità. L'approccio seguito si articola secondo i principi di chiarezza e distinzione in modo da definire con precisione la terminologia, la collocazione dei metodi e delle tecniche che stanno investendo gli ambiti della sensoristica, delle tecniche di misura, dell'automazione e dell'analisi dei dati. Questo percorso culturale pone in evidenza anche i principali ambiti di contaminazione tra le aree che in un prossimo futuro sono ritenute di maggiore interesse per garantire aumenti di produttività e crescenti tassi nella produzione di ricchezza: genetica, robotica, informatica, nanotecnologie. Tali discipline non è detto che sostituiranno l'industria tradizionale, ma potrebbero certamente modificarla in modo profondo ed inaspettato.

L'analisi critica dei temi trattati fa riferimento a fonti citate in dettaglio e puntualmente, in modo da presentare anche quali sono le variegate e spesso contrastanti opinioni proposte dagli esperti dei fenomeni o delle tecniche che vengono proposte.

Data la complessità e le potenzialità di cambiamento insite nelle tecnologie che sono trattate in quest'opera, la parte finale della trattazione si snoda su un orizzonte molto concreto, relativo agli incentivi e ai vantaggi

* Carlo Mapelli è professore ordinario presso il Dipartimento di Meccanica del Politecnico di Milano. È stato Presidente dell'AIM dal 2014 al 2018 e dal 2018 è Presidente del Comitato Tecnico Acciaieria della medesima associazione. Nel 2009 è stato nominato Best European Lecturer dalla FEMS (Federation of European Materials Society).

Ha assistito i Commissari Enrico Bondi ed Enrico Laghi nella gestione commissariale dell'Ilva.

fiscali di cui possono godere le imprese, e su un orizzonte più visionario legato ai film e ai testi di fantascienza; quest'ultimo aspetto è del tutto pertinente con il resto dell'opera, infatti non si dimentichi che le rivoluzioni tecnologiche più dirompenti sono quasi sempre preconizzate da scrittori, registi e filosofi mentre il ruolo degli ingegneri e dei tecnici è principalmente quello di dare attuazione concreta a quelle affascinanti idee che condizioneranno il nostro futuro.

Premessa

Questo libro parla delle innovazioni tecnologiche in modo volutamente semplificato e contemporaneamente molto ambizioso. Si propone infatti di offrire una mappa di orientamento per capire il complesso (e anche complicato) contesto di innovazioni tecnologiche in cui – più o meno consapevolmente – ci muoviamo.

Già questa dichiarazione d'intenti mette in luce almeno due criticità: l'identificazione del pubblico cui ci rivolgiamo e il livello di semplificazione accettabile.

Per quanto riguarda il primo punto chiariamo subito che le persone cui ci rivolgiamo sono molto diverse tra loro. Il loro grado di conoscenza delle nuove tecnologie va dal non sapere niente o quasi delle innovazioni (e qui rientra chi guarda ancora con qualche sospetto persino il proprio smartphone) a conoscerne così bene alcuni aspetti specifici da aver perso di vista (o da non aver mai avuto) un quadro d'insieme. L'evoluzione stessa delle tecnologie richiede e genera *super specialisti* molto focalizzati la cui visione risulta di conseguenza condizionata.

Tra questi due estremi si situano i potenziali lettori, presumibilmente i più numerosi, cioè coloro che ne sanno qualcosa, poco o molto che sia, e che ne vorrebbero sapere di più.

Da questa individuazione di target scaturisce necessariamente il livello di approfondimento: offriremo informazioni di base, adatte a orientarsi nel contesto e da cui chi lo desidera potrà partire per gli eventuali approfondimenti. Soprattutto cercheremo di evidenziare le interconnessioni tra i vari temi.

Obbligatorio citare le nostre fonti, che nello specifico sono un po' contraddittorie.

Da un lato abbiamo saccheggiato Internet, in particolare Wikipedia, riadattando, collegando e soprattutto verificando la qualità delle informazioni.

Dall'altro abbiamo attinto ai contenuti e ai materiali diffusi nei seminari, convegni ed eventi ai quali abbiamo partecipato.

Abbiamo poi fatto domande a colleghi, ad amici e specialisti da considerarsi a diversa ragione "addetti ai lavori", per cercare di fare ordine nella spropositata e spesso non qualificata quantità di informazioni raccolte. A tutti loro un ringraziamento nella speranza di aver tradotto bene quanto ci hanno trasmesso.

Una domanda ci ha accompagnato lungo questo percorso. Come possiamo definire e quali sono gli elementi distintivi delle diverse fasi del "*puntozero*"?

Semplificando ma non banalizzando, se con 1.0, associato all'acronimo *web*, ci si riferisce al primo periodo dell'uso recente di Internet, con *web* 2.0 cresce e si diffonde la produzione e l'uso dei siti di social network e la nascita di luoghi culturali di condivisione sulla rete. Computer, device portatili, palmari e telefonia mobile, mettono chiunque nelle condizioni di poter interagire con la rete. E questa possibilità, prima sconosciuta, attiva fenomeni fino a quel momento impensabili.

Con il web 3.0 alla rete vengono associati e resi disponibili *database* che consentono la condivisione di informazioni strategiche allo sviluppo di nuove applicazioni tecnologiche, che si realizza in un contesto geografico senza confini e totalmente mappato (globalizzazione e georeferenziazione) e senza troppi vincoli di natura materiale.

L'accessibilità è per tutti. Tutti siamo coinvolti e abbiamo punti di contatto con la rete. Anche chi di noi ne è inconsapevole o chi vorrebbe cancellare ogni traccia di sé!

Arriviamo così al 4.0, al quale si accompagnano nuovi acronimi e nuovi termini. Si parla di *tecnologie 4.0*, di *factory 4.0*, di *soluzioni 4.0*, di *industria 4.0*, di *iperammortamento 4.0*. Qualsiasi settore che invade la nostra vita privata e professionale viene contaminato da elementi 4.0.

Ma che cosa è, o meglio, che cosa si intende quando ci si riferisce alla cultura 4.0?

Con questo loop nella testa, prende il via l'idea di scriverne, cogliendo l'occasione di un fatto istituzionale che ne fissa il momento, ossia il convegno promosso dal *Ministero dello Sviluppo Economico* (*MISE*), "*Piano nazionale industria 4.0*" svoltosi presso il Museo nazionale della Scienza e della Tecnologia Leonardo da Vinci a Milano il 21 settembre 2016, convegno che ha dato il via istituzionale ai temi e alle attività cui ci si riferisce parlando di *industria 4.0*.

Da allora abbiamo prodotto più testi che nel corso della nostra ricerca sono diventati questo libro.

Scritto nella convinzione, presuntuosa, che forse non eravamo le sole persone a voler capire, ma augurandoci che questo lavoro potesse e possa essere utile anche a tanti altri come noi.

1. Introduzione al 4.0

Come si può constatare osservando le prime rivoluzioni industriali, "storicamente, i cambiamenti radicali hanno sempre avuto origine dall'incontro tra due campi diversi"[1].

Prima rivoluzione industriale

La data di inizio della Prima rivoluzione industriale viene abitualmente collocata nel 1784 con la nascita della macchina a vapore e con il conseguente sfruttamento di acqua e vapore per meccanizzare la produzione. Alcuni studiosi, però, preferiscono fare riferimento al primo impianto di filatura alimentato dalla forza dell'acqua a Cromford, in Inghilterra nel 1771. Ci troviamo comunque nella seconda metà del 1700.

Da allora nascono la società industriale, della quale Adam Smith scrive, e le prime organizzazioni del lavoro.

Seconda rivoluzione industriale

La Seconda rivoluzione industriale ha usato la potenza elettrica.

L'inizio di questa fase viene situato da alcuni nel 1829 quando la locomotiva Rocket fu attivata nella tratta Liverpool-Manchester, da altri nel 1870 con l'avvio della produzione di massa attraverso l'uso sempre più diffuso dell'elettricità, l'avvento del motore a scoppio e l'aumento dell'utilizzo del petrolio come nuova fonte energetica.

Siamo alla fine del 1800 e in questo periodo si registra l'inizio della produzione di massa e nasce lo stato sociale.

Terza rivoluzione industriale

La Terza rivoluzione industriale ha usato l'elettronica e la tecnologia dell'informazione per automatizzare la produzione.

1. S. Ismail (2015), *Exponential Organizations*, Marsilio, Venezia, pp. 44-45.

Neppure sulla data di inizio della terza rivoluzione industriale c'è accordo: chi la colloca negli anni '60 del 1900, quando vengono sviluppati dei dispositivi di elaborazione ad alto livello (i cosiddetti *mainframe computer*), chi ne posticipa l'inizio agli anni '80 con l'avvento dei *personal computer* e considera gli anni '70 come lo scorcio finale della seconda rivoluzione industriale.

Con il *4.0*, a differenza dei casi precedenti, non sono solo due elementi diversi che si incontrano e contribuiscono a creare il cambiamento: "… oggi assistiamo alla connessione trasversale di *tutti* i campi dell'innovazione. E non solo dei nuovi: simili collisioni si stanno verificando anche tra discipline antiche, dall'arte alla biologia, dalla chimica all'economia"[2].

Il potere pervasivo della digitalizzazione e dell'informatica costituisce infatti il *fil rouge* che unisce ambiti profondamente diversi:

- fisico;
- digitale;
- biologico.

Facciamo alcuni esempi per quanto riguarda ogni ambito.

Ambito fisico

Le applicazioni più conosciute tra quelle già in essere riguardano: i veicoli e i mezzi di trasporto di merci e individui in grado di guidarsi da sé (auto, come la celebre Tesla, ma anche autocarri, droni, aerei, navi), la stampa in 3D, nota anche come manifattura additiva, che permette di realizzare oggetti mediante la sovrapposizione dei diversi strati di un disegno o di un modello 3D digitale, la robotica avanzata e nuovi materiali.

Ambito digitale

La riflessione sull'intelligenza artificiale (*IA*) e i suoi effetti non è nuova. Attualmente l'interesse è rivolto prevalentemente alle tecnologie che permettono l'interazione tra elementi del mondo fisico (prodotti, servizi, luoghi) e individui.

I più conosciuti strumenti che garantiscono la connessione, i sensori e i dispositivi connessi in rete (smartphone, tablet, computer), sono ormai milioni e in uso in ogni luogo del mondo.

2. K. Schwab (2016), *La quarta rivoluzione industriale*, FrancoAngeli, Milano.

Ambito biologico

Le innovazioni riguardano principalmente il campo della genetica (per esempio il sequenziamento del DNA e l'attivazione e la modifica del codice genetico). È su questo terreno che si registrano gli effetti più rilevanti per la vita delle persone, ma è qui che si giocano anche le implicazioni più profonde in termini etici e nella definizione di norme sociali.

In tutti questi ambiti sono da prevedere sviluppi esponenziali[3] in termini di conoscenza e innovazioni.

Avremo inoltre applicazioni analoghe e analogo sviluppo in tutte le tecnologie *GRIN* (*Genetica, Robotica, Informatica, Nanotecnologie*) con la crescita vertiginosa delle possibilità di incidere sulla vita dell'uomo; tutto ciò mentre i costi di strumenti e tecnologie si abbassano drasticamente, rendendo qualsiasi cosa molto più (se non completamente) accessibile a tutti.

La tab. 1 mostra i cambiamenti in termini di riduzione dei costi di alcune, significative tecnologie.

Tab. 1 – Comparazione dei costi in relazione al momento di utilizzo[4]

	Costo medio per funzioni equivalenti $	**Scala di riduzione costi**
Stampa 3D	40.000 nel 2007 100 nel 2014	400 volte meno in 7 anni
Robot industriali	500.000 nel 2008 22.000 nel 2013	23 volte meno in 5 anni
Droni	100.000 nel 2007 700 nel 2013	142 volte meno in 6 anni
Sensori (3D Lidar)	20.000 nel 2009 79 nel 2014	250 volte meno in 5 anni
Biotecnologie (sequenziamento del genoma umano)	10 milioni nel 2007 1000 nel 2014	10.000 volte meno in 7 anni
Scintigrafia	10.000 nel 2000 500 nel 2014	20 volte meno in 14 anni

La tabella evidenzia dati che superano di gran lunga quanto di prevedibile potremmo ottenere applicando la legge di Moore[5].

3. Esponenziale = cambiamento radicale e inarrestabile.

4. *Fonte*: S. Ismail (2015), *op. cit.*, con variazioni.

5. Gordon Earle Moore è un imprenditore e informatico statunitense, cofondatore della Fairchild Semiconductor nel 1957 e dell'Intel nel 1968 che nel 1965 enunciò quella che

In questo scenario sarà sempre più rilevante e irrefrenabile l'integrazione tra le tecnologie avanzate e quelle più tradizionali. Se, infatti, individualmente ogni tecnologia avanzata possiede un elevato potenziale di innovazione, l'integrazione e la commistione sinergica e integrata (*cd. cross-fertilization*) di tecnologie differenti offre una serie di possibilità di favorire l'innovazione e di creare nuovi mercati ancora superiore.

Nel contesto di *Industria 4.0* saranno proprio le aziende in grado di creare combinazioni diverse tra le sfere digitali, fisiche e biologiche quelle che rivoluzioneranno interi ambiti e relativi sistemi di produzione, distribuzione e consumo[6]. Insomma, di vita.

Un recente contributo di McKinsey dice che si stima che la produttività possa crescere di oltre il 25% grazie alla digitalizzazione dell'intera filiera produttiva, che consentirà di rispondere in modo più efficace a una domanda che si stima in costante evoluzione. Questo risultato si ottiene spingendo sulle leve propedeutiche all'innovazione, quali creazione e valorizzazione del capitale umano, attrazione e aggregazione di aziende e individui innovativi, internalizzazione e sviluppo dei cluster dell'innovazione, ovvero centri la cui mission è l'attività di ricerca e sviluppo. Ed è di McKinsey la prima fabbrica *4.0* sperimentata con un progetto pilota che vede la partecipazione di Confindustria Pordenone[7].

Si tratta di una fabbrica i cui sistemi di gestione composti da sensori, microchips ed elementi di trasmissione incorporati che interagiscono nelle macchine, nel prodotto e negli impianti di servizio, governano l'intero processo di fabbricazione e gestione, attivando meccanismi decisionali interni ed esterni, finora realizzati dall'uomo.

Per esempio può accadere che in un magazzino totalmente automatizzato e robotizzato, il software di gestione dello stesso possa occuparsi di tutti i flussi della movimentazione interna delle merci e far partire verso l'esterno richieste di approvvigionamento in totale autonomia.

Ma al di là della grande trasformazione dei processi produttivi e della filiera del settore manifatturiero, la potenzialità delle tecnologie, degli strumenti disponibili e della conoscenza in generale nello scenario del *4.0* invadono la sfera del privato di ognuno di noi.

È di questi tempi la notizia entusiasmante della produzione e installazione di una mano bionica su un corpo umano per la prima volta al mondo. Quindi non un arto il cui movimento è comandato meccanicamente,

venne definita Legge di Moore secondo la quale il rapporto prezzo/prestazione della potenza di calcolo raddoppia ogni 18 mesi (fonte: Wikipedia).

6. Per approfondimenti, vedere K. Schwab, *op. cit.*

7. Da *Corriere della Sera*, F. Sabelli, *Lavatrici, mobili, passeggini: il laboratorio pilota in Friuli con Unindustria*, 12 agosto 2016.

ma un arto che nella mano ha in sé la funzione tattile, quindi la capacità di riconoscere e distinguere oggetti materiali e cose alla stessa stregua di una mano corporea reale.

Questo arto nasce come oggetto ma diviene parte integrata del corpo umano, strutturalmente realizzata con tecnologie e materiali noti, sensori, microchip e sistemi di trasmissione delle informazioni, interattivi solidali e realizzati nel rispetto dei principi della cibernetica. Se la mano tocca una superficie calda, risponderà ritraendosi dopo avere trasmesso il messaggio al cervello, esattamente come succede a quella naturale.

Qui cibernetica[8] e meccatronica[9] si incontrano e realizzano la mano bionica!

La trasmissione delle informazioni, che nella fattispecie sono l'equivalente dell'impulso nervoso o neuronale, è garantita da componenti che mai ci saremmo potuti immaginare fino a qualche tempo fa di produrre e far interagire tra loro. Superando il concetto classico di protesi, la mano bionica diviene a tutti gli effetti una parte sensibile e ricettiva del corpo.

Questo esempio spiega la vera potenzialità dello sviluppo dei sistemi cyber-fisici che consentono la simulazione di un comportamento e l'interazione totale tra parti fisiche "naturali" e componenti artificiali secondo leggi che regolamentano il funzionamento del cervello umano.

1. Il contesto

Bisogna prendere molto sul serio la questione "industria 4.0". Essa ci parla di un'innovazione radicale del sistema produttivo cui il nostro paese non può assolutamente sottrarsi, pena un declino irreversibile. Per capire bene la posta in gioco è però opportuno alzare lo sguardo oltre il perimetro del sistema produttivo: mettere bene a fuoco che i cambiamenti in corso sono assai più ampi, vanno al di là dell'industria, toccano tutti gli aspetti della vita umana.

Siamo immersi in una nuova "grande trasformazione", ci direbbe Karl Polanyi[10] oggi.

8. *Cibernetica*: ramo della scienza, pura e applicata, che si prefigge lo studio e la realizzazione di dispositivi e macchine capaci di simulare le funzioni del cervello umano, autoregolandosi per mezzo di segnali di comando e di controllo in circuiti elettrici ed elettronici o in sistemi meccanici (fonte: Wikipedia).

9. *Meccatronica*: disciplina che studia il modo di far interagire tre sottodiscipline – la meccanica, l'elettronica e l'informatica – al fine di automatizzare i sistemi di produzione per semplificare il lavoro umano (fonte: Wikipedia).

10. Karl P. Polanyi (Vienna, 25 ottobre 1886-Pickering, 23 aprile 1964) è stato un sociologo, filosofo, economista e antropologo ungherese. È noto per la sua critica della società di mercato espressa nel suo lavoro principale, *La grande trasformazione* (fonte: Wikipedia).

Essa è trainata da due potentissime forze motrici: l'innovazione tecnoscientifica e la globalizzazione. La vera novità, ciò che dà dimensioni e conseguenze esplosive al fenomeno, è che queste due forze stanno ora lavorando congiuntamente. La loro saldatura genera un vertiginoso salto di qualità: da essa derivano la rapidità del cambiamento e l'addensarsi di sfide inedite.

È più che lecito ormai parlare di un vero e proprio salto tecnologico nel quale siamo completamente immersi. Il digitale ha la stessa forza dirompente che nel passato hanno avuto l'introduzione del vapore e, a distanza di oltre un secolo, dell'energia elettrica. Esso apre una fase storica nuova e, come è accaduto per le altre grandi innovazioni del passato, trascina con sé un cambiamento generalizzato.

Il digitale non significa solo un nuovo sistema comunicativo e un'inedita velocità nella circolazione dei dati. Esso determina veri e propri salti qualitativi in tutti i campi scientifici generando la possibilità di simulazioni al computer che oggi possono interagire con i *Big Data*[11] messi a disposizione nella nuvola informatica (cd. *cloud computing*).

Una montagna di dati analizzati genera nuove conoscenze sia nel campo dell'infinitamente piccolo sia in quello dell'infinitamente grande. Nuove frontiere si aprono per la biologia, la chimica, la fisica, la medicina. L'uomo è messo nelle condizioni di progettare e realizzare nuovi materiali e, per altro verso, di intervenire sulla vita stessa.

Ma per capire fino in fondo quanto sta accadendo, dobbiamo renderci conto che, a differenza del passato, tutto ciò è disponibile pressoché contemporaneamente in tutto il mondo.

Quanto è lontano il tempo in cui l'introduzione del vapore permetteva l'ascesa economica solitaria del mondo anglosassone o quando le scoperte della chimica o della fisica erano concentrate in Germania! Ora, collegate in rete fra di loro, migliaia e migliaia di agenzie scientifiche operanti in tutti i paesi del mondo possono contemporaneamente interagire. I centri di ricerca dei vari continenti lavorano spalla a spalla, in una utile cooperazione concorrenziale. Questo significa che le innovazioni circolano con straordinaria rapidità, generando un flusso ininterrotto di scoperte. Ogni giorno si annoverano straordinarie conquiste mediche che stanno allungando a dismisura le aspettative di vita o altre che le migliorano, come le automobili senza autista o a decollo verticale!

Questa prospettiva potrebbe essere però frenata dalle dinamiche geopolitiche legate alla sicurezza e ai sistemi di difesa nazionali e internazionali.

11. *Big Data*: termine adoperato per descrivere l'insieme delle tecnologie e delle metodologie di analisi di dati massivi. Il termine indica la capacità di estrapolare, analizzare e mettere in relazione un'enorme mole di dati eterogenei, strutturati e non strutturati, per scoprire i legami tra fenomeni (fonte: Wikipedia).

Probabilmente si assisterà a una forte e violenta competizione tra diverse aree di influenza geopolitica.

Il passaggio alla nuova fase industriale, l'industria 4.0, è dentro questo sommovimento generale: essa rappresenta il concreto utilizzo da parte del sistema produttivo di questo flusso ininterrotto di innovazioni tecnoscientifiche. Ovvero, l'adeguamento del sistema produttivo al salto tecnologico che si sta dispiegando. Sottrarsi a questo cambiamento sarebbe quanto meno irresponsabile: vorrebbe dire condannarsi alla marginalità nel nuovo mondo globale.

Si aprono qui, allora, una serie di problemi di straordinaria importanza che devono essere affrontati con la dovuta urgenza e decisione. Si tratta, innanzitutto, di condurre l'insieme del sistema produttivo italiano a prendere la palla al balzo. Un eventuale ritardo sarebbe pagato dolorosamente in una realtà immersa in una competizione globale: esso equivarrebbe a ritrarsi in nicchie di mercato marginali e a lasciare campo libero ai concorrenti. Per questo servono strutture aziendali aperte alla ricerca e pronte a lanciarsi nella formazione per adeguare conoscenze e competenze. L'innovazione dovrà riguardare inesorabilmente i processi produttivi, ma anche gli stessi prodotti: decisiva sarà, allora, la capacità di individuare e occupare nuovi spazi di mercato a maggiore valore aggiunto.

Si impone così uno sforzo gigantesco per sospingere verso l'innovazione il sistema produttivo già operante, ma anche per favorire la crescita di start up capaci di fare tesoro delle novità tecnico-scientifiche. Senza dimenticare che un sistema produttivo innovativo richiede anche poteri pubblici in grado di accompagnarlo e di favorirlo. Serve un sistema formativo e universitario robusto e una pubblica amministrazione pronta a recepire e a utilizzare le nuove opportunità tecnologiche.

Insomma, *industria 4.0* è qualcosa di più e di diverso da un semplice problema di innovazione del sistema produttivo: essa è una vera e propria sfida di sistema che costringe e costringerà chiunque di noi a modificare anche inconsapevolmente il proprio modo di stare in questo mondo. Di viverlo. E di percepirlo.

2. Evoluzione o rivoluzione?

Si è cominciato a parlare di *4.0* alla Fiera di Hannover del 2011 indicando con l'espressione "*Industry 4.0 l'insieme integrato di esseri umani, oggetti e sistemi che creano una rete digitale e interconnessa tra imprese, coinvolgendo l'intera filiera produttiva, capace di auto-organizzarsi e di*