

INDUSTRIA 4.0 DOVE LAVORERANNO GLI STUDENTI DI OGGI

a cura di Mario Gargantini *

Il mondo del lavoro sta vivendo un periodo di grandi mutamenti, sintetizzati nei programmi noti come Industria 4.0, che guidano le trasformazioni in atto nei sistemi produttivi in tutto il mondo, avendo come fattori trainanti la digitalizzazione e la connettività.

Sono enormi le implicazioni sui profili professionali richiesti e quindi sulla adeguatezza della preparazione offerta dalle scuole.

Ma è sempre più chiaro che non è solo questione di conoscenze e abilità tecniche.

* Mario Gargantini
(Direttore della rivista
[Emmeciquadro](#))

Se c'è un momento nel quale il mondo della scuola deve porre grande attenzione a quanto accade nel mondo del lavoro, è questo. Sì, perché si prospettano grandi mutamenti nel modo di organizzare, condurre e valutare le attività produttive.

In verità molti sono ancora scenari teorici, disegnati da analisti economici, società di consulenza, futurologi; ma in alcuni (non pochi) casi si tratta invece di realtà già operanti e di programmi precisi lanciati da istituzioni pubbliche e private, da organizzazioni di imprese, da enti di ricerca.

È il caso dei programmi variamente denominati ma che si ricollegano al modello più noto come *Industria 4.0*, ovvero ai piani ormai predisposti dai Paesi più industrializzati orientati a promuovere e a governare quella che viene solitamente prefigurata come la quarta rivoluzione industriale.

Pensare di impostare un percorso di formazione dei giovani, fin dal livello della scuola secondaria di secondo grado senza aver sullo sfondo questa prospettiva è certamente miope e limitante.

D'altra parte bisogna stare ben attenti a non cedere a proposte affrettate, basate su facili accostamenti dove prevale una semplicistica idea di lavoro e l'esigenza di preparare i giovani ad affrontare il futuro lavorativo viene ridotta al puro aggiornamento delle competenze e degli *skill* tecnologici specifici.

Per allontanare questo rischio, cerchiamo allora di comprendere i tratti salienti dell'*Industria 4.0*.

Storia di una formula

Iniziamo dalla storia di questa formulazione, che è balzata alla ribalta sei anni fa per indicare l'iniziativa *Industria 4.0* lanciata nel 2011 alla più importante manifestazione fieristica industriale, la *Hannover Messe*, e delineata un anno dopo in un report per il governo tedesco redatto da un *working group* formato da esponenti di grandi aziende e guidato da Siegfried Dias, manager di Robert Bosch, e Henning Kagermann, ex Ceo di SAP.



La formula è subito divenuta una slogan, ma soprattutto un punto di riferimento per iniziative analoghe che in altri contesti hanno via via assunto denominazioni diverse: negli Usa, per esempio, si preferisce parlare di *Smart Manufacturing* e sotto questo ombrello vanno collocate iniziative come quella del *National Institute of Standards and Technology* (NIST) che ha varato un *Advanced Manufacturing National Program*; o quella della *National Science Foundation* che lavora sullo schema dei *Cyber-Physical Systems* (CPS); in Francia si parla di *Industrie du Futur* e nel Regno Unito di *High Value Manufacturing*; nell'ambito dell'Unione Europea, molte direttive, supporti e incentivi in questa direzione sono presenti nell'ampio quadro del programma *Horizon 2020*.

In realtà tutte queste iniziative non hanno fatto altro che dare organicità, sostegno e diffusione a una tendenza già emersa in alcune punte avanzate e che faceva prevedere possibili sviluppi fino a delineare i contorni di una vera e propria nuova fase nella storia dell'industria: ormai è diventato consueto, sulla scia degli studi dell'economista tedesco Klaus Schwab – l'ideatore e animatore del *Forum economico* di Davos, che ogni anno a gennaio raduna i leader dell'economia mondiale, i capi di stato, gli intellettuali e le Ong – assumere il modello «quarta rivoluzione». Secondo questo approccio, la Prima Rivoluzione Industriale è quella settecentesca, legata all'introduzione della macchina a vapore; la Seconda è quella innescata nel secolo successivo, dominata dall'elettricità e giunta agli albori dell'era elettronica, dopo aver avviato i processi di produzione di massa.

Poi è arrivata la Terza Rivoluzione Industriale, con la digitalizzazione delle tecnologie, la produzione leggera (*Lean Manufacturing*) e la fabbrica automatica integrata. Secondo Schwab, sulle fondamenta della Terza, ora si sarebbe già nel pieno della Quarta Rivoluzione Industriale, caratterizzata dai già menzionati *Cyber Physical Systems* cioè dall'intreccio stretto di nuove tecnologie che integrano e fanno dialogare le sfere fisiche, digitali e biologiche.



Le rivoluzioni industriali [dalla presentazione del MISE]

I fattori trainanti

Al di là delle singole realizzazioni e delle diverse visioni programmatiche, quello che si sta prospettando è un cambio di paradigma, in base al quale viene ridisegnato l'intero assetto dei sistemi produttivi a partire dal basso, facendo leva su concetti come flessibilità, modularità e collaborazione.

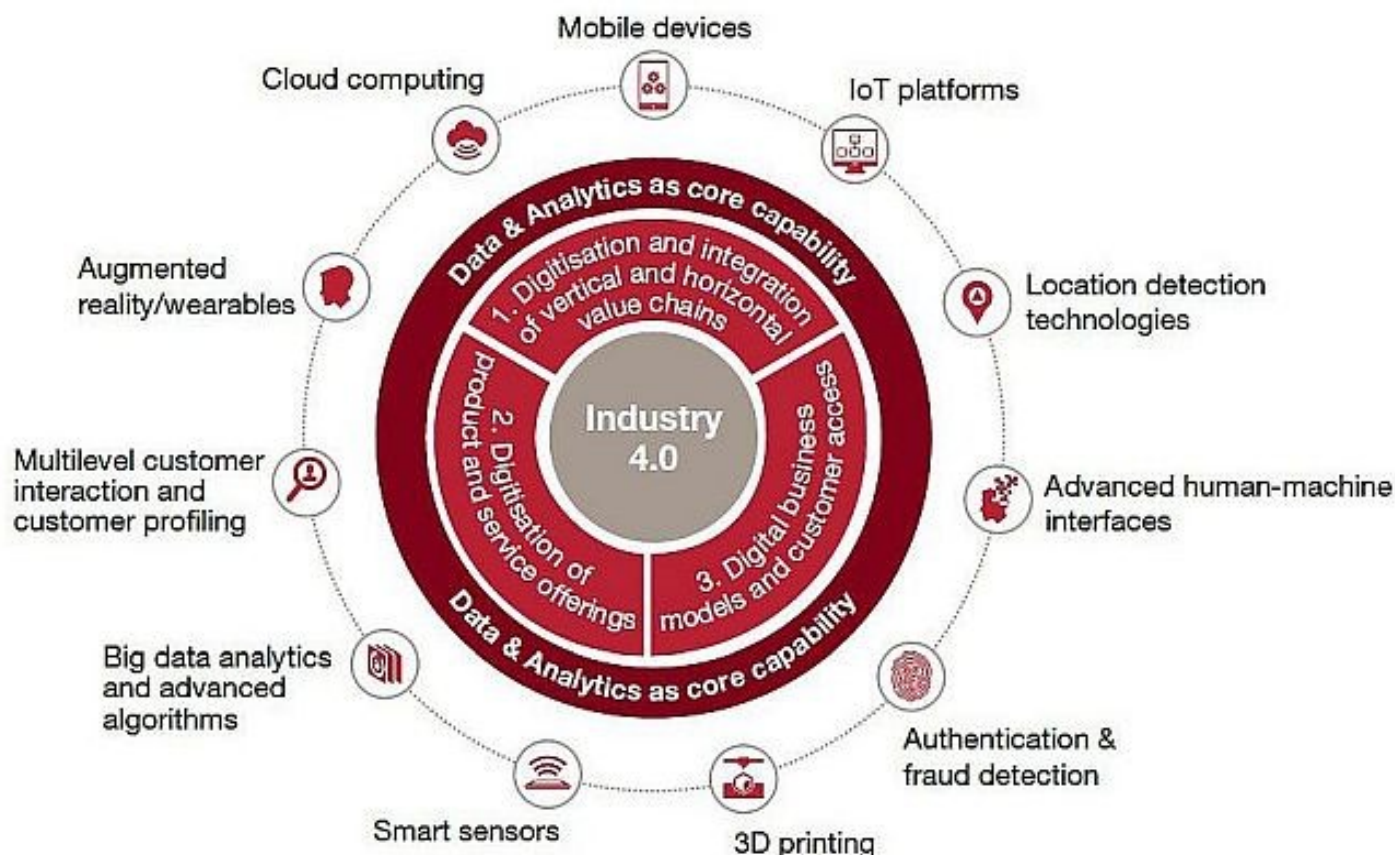
Il fattore decisivo che determina tale cambiamento è senza dubbio l'informazione, che è ormai la fondamentale risorsa immateriale di ogni organizzazione aziendale. Informazione che ha l'ulteriore caratteristica di essere digitalizzata e come tale elaborata dai moderni sistemi computerizzati e veicolata dalle più avanzate reti di comunicazione, con o senza fili.

Le fabbriche di oggi, e ancor più quelle di domani, sono ancora riempite di strumenti e di macchinari, ma questi operano producendo, oltre agli effetti materiali (modellare un metallo, assemblare dei componenti, attivare una reazione chimica...), una enorme e continua quantità di dati che documentano sia l'operazione effettuata sia le condizioni operative della macchina e dell'impianto.

Tali dati fluiscono dentro e fuori la fabbrica e fanno in modo che la vita dell'azienda possa essere tracciata «minuto per minuto» e «zona per zona» diventando così totalmente controllabile, più sicura e facilmente modificabile se le esigenze del mercato lo richiedono.

Questo nuovo assetto non riguarda soltanto le architetture dei sistemi produttivi, ma coinvolge pesantemente anche il modo di lavorare di tutti e quindi prefigura cambiamenti ancor più radicali, dove c'è un'innovazione continua che parte dal basso, dove dominano parole come agilità, flessibilità, modularità, intercambiabilità, collaborazione.

La prospettiva della fabbrica-che-funziona-da-sola non sembra così lontana: i processi di produzione si stanno arricchendo di sistemi di comunicazione avanzati e di macchine che apprendono, lasciando all'operatore umano le (insostituibili e significative) funzioni superiori di programmazione e governo.



Quadro della Industria 4.0 [PriceWaterhouseCooper]

Ciò comporta una inevitabile serie di implicazioni sociali, economiche e anche morali, che non possono essere approfondite in questa sede, dove ci preme mettere a fuoco principalmente le implicazioni a livello educativo e scolastico.

Non è difficile elencare una lista di tecnologie abilitanti che la maggior parte degli osservatori ritiene promettenti e determinanti nella prospettiva della fabbrica digitale. Si possono menzionare, senza un particolare ordine gerarchico: *Big Data*, *Cloud computing* e *Data center*, Reti di comunicazione industriali, *Social e mobile connectivity*, *Internet of Things*, *Smart sensors*, Ambienti di simulazione digitale, *Data mining*, *Machine learning*, *Software Open* e *Commons (community platforms)*, *Security*, *QR Code*, Robotica collaborativa, Meccatronica, *3D Printing*, *Wearable systems*, Realtà aumentata, *Selfprogramming* e *Self-adjustable systems* ...

Di alcuni è già stato offerto qualche approfondimento su queste pagine (si veda: [L'irresistibile avanzata dei Big Data. Intervista a Mauro Campanella](#), Emmeciquadro n° 60 – Marzo 2016), su altri converrà ritornare.

Può essere interessante per ora indicare i fattori trainanti del mutamento in atto nel mondo della produzione; nella prefazione del rapporto *The Future of Jobs - Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution* presentato al *World Economic Forum (WEF) 2016*, Klaus Schwab e Richard Samans ne disegnano un quadro sintetico: «Oggi siamo all'inizio della Quarta Rivoluzione Industriale. Gli sviluppi nella Genetica, nell'Intelligenza Artificiale, nella Robotica, nelle Nanotecnologie, nella Stampa 3D e nelle Biotecnologie, per citare solo alcuni campi, si stanno rafforzando e ampliando a vicenda [...] Sistemi intelligenti – case, fabbriche, fattorie, reti o città – affronteranno problemi che vanno dalla gestione della *supply chain* al cambiamento climatico. L'avvento della *sharing economy* consentirà a chiunque di far fruttare economicamente qualunque cosa, dalla casa vuota alla macchina. Parallelamente alla rivoluzione tecnologica, vanno considerati un insieme di più ampi *driver* del cambiamento di tipo socioeconomico, geopolitico e demografico, interagenti in molteplici direzioni e in grado anch'essi di intensificarsi reciprocamente. Mentre interi settori industriali si modificano, la maggior parte delle attività lavorative sono soggette a radicali trasformazioni».

Quale formazione?

La carrellata di tecnologie appena presentata fa pensare che saranno sempre più richieste ai futuri lavoratori delle competenze tecniche adeguate, molte delle quali non sono conseguibili sulla base degli attuali programmi scolastici e dei più diffusi percorsi formativi.

Non abbiamo però ancora parlato della situazione italiana. Qui il fatto più significativo è il lancio del programma *Industria 4.0 (I4.0)*, presentato dal governo nel settembre scorso e organizzato attorno a un articolato insieme di obiettivi e di direttrici strategiche di intervento per il periodo 2017-2020.

Il programma ha una *governance* pubblico-privata che fa perno su una cabina di regia dove, accanto ad alcuni Ministeri (Economia e Finanze, Sviluppo Economico, MIUR, Lavoro, Politiche Agricole, Ambiente), siedono i Politecnici di Bari, Milano e Torino, la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, l'IIT di Genova, il CNR e rappresentanti del mondo economico e imprenditoriale e delle organizzazioni sindacali.

Tra le Direttrici chiave il piano mette in evidenza quelle relative alle Competenze, così indicate: «Diffondere la cultura I4.0 attraverso Scuola Digitale e Alternanza Scuola Lavoro» e «Sviluppare le competenze I4.0 attraverso percorsi Universitari e Istituti Tecnici Superiori dedicati». La scuola quindi è chiamata subito in causa e con un carattere di urgenza e di capacità innovativa. Si tratta certamente di elevare la preparazione tecnologica dei lavoratori del futuro; ma è sempre più chiaro che non è solo questione di conoscenze e abilità tecniche.

In un recente studio della società di ricerca Torino Nord Ovest intitolato *Factory of the future. Tecnologia, competenze e fattore umano nella fabbrica digitale*, vengono messe in evidenza due figure paradigmatiche dei cambiamenti richiesti: l'operaio (*blue collar*) e l'ingegnere.

Nelle fabbriche del futuro, piene di dispositivi intelligenti, con grande variabilità dei cicli produttivi discontinuità dei flussi, l'operaio dovrà ridursi a una «funzione contem-

plativa e di sorveglianza», a tenere d'occhio il funzionamento degli impianti senza avere conoscenza di ciò che accade, oppure dovrà esercitare una partecipazione più consapevole al processo produttivo?

La seconda sembra la prospettiva più ragionevole. Ci vorranno operatori con questi requisiti: livello di conoscenze di base più alto, partecipazione attiva e vigile versatilità. «Il nuovo *blue collar* deve insomma essere polivalente, cooperante e comunicativo, perciò il racconto della nuova operaietà mette al centro della fabbrica intelligente un *blue collar* "aumentato", digitalizzato, che sempre più dovrà possedere una conoscenza dell'inglese di base, con un livello d'istruzione "normale" secondaria superiore – soglia ritenuta indispensabile in molti settori e impianti, intelligenti o meno. Nel contempo, sarebbe anche un *blue collar* "diminuito" di conoscenze specifiche e abilità tecniche».

Sull'altro fronte, si delinea la figura di un ingegnere di nuova concezione. «La complessità dei cicli produttivi e le capacità comunicative delle macchine rafforzano il ruolo delle funzioni che danno intelligenza al capitale tecnologico; le macchine intelligenti rimangono *fredde*, devono essere istruite e dotate di capacità *calde*».

Tutti gli studi enfatizzano l'importanza delle attività ingegneristiche e progettuali di livello superiore e i cambiamenti più accelerati investono soprattutto costoro: «ingegneri che, rispetto al passato, operano in forte integrazione con i responsabili di funzioni a valle (tecnologi, manutenzione) lavorando direttamente in reparto come nei laboratori di realtà virtuale».

Le attività di ingegnerizzazione in genere si strutturano in base a processi di *collaborative engineering* con l'obiettivo di ottimizzare i tempi della progettazione grazie agli scambi informativi tra esperti di diverse discipline».

Una parola chiave nel profilo formativo richiesto dalla *Industria 4.0* è «collaborazione», quindi capacità di dialogo e di ascolto; capacità di integrare competenze e valorizzare suggerimenti e potenzialità di ogni tipo; apertura alle contaminazioni tra settori, culture, discipline; attitudine a lavorare in *team*.

Un'altra caratteristica, che riguarda tutti i livelli di professionalità, è quella che potremmo chiamare apertura mentale, ovvero capacità di visione e predisposizione all'apprendimento continuo: le aziende 4.0 saranno ancor di più delle *learning organization* e la rapidità dell'evoluzione tecnologica renderà più facilmente obsolete tante soluzioni, richiedendo a tutti la prontezza e l'agilità nell'assimilare i nuovi sistemi.



Tutte le descrizioni del «futuro del lavoro» portano in primo piano l'importanza di quelli che vengono definiti come *non-cognitive skill*, cioè quelle caratteristiche della personalità non riducibili alle conoscenze analitiche in specifiche discipline. E di conseguenza pongono pressanti interrogativi sia ai tradizionali programmi formativi, ma anche a quelli che si dichiarano innovativi perché fanno leva esclusivamente sull'avanzamento tecnologico.

Quanto contribuiscono allo sviluppo e al consolidamento dei *non-cognitive skill*?

Cosa è più decisivo nella formazione degli insegnanti: l'aggiornamento tecnologico o la riflessione sugli obiettivi educativi, a servizio dei quali porre anche gli strumenti più avanzati?

Sono sempre più calzanti in proposito le indicazioni fornite da Marco Martini tempo fa proprio su queste pagine (si veda: *La richiesta formativa oggi. Una sfida per la scuola: insegnare a pensare*, Emmeciquadro n° 16 – Dicembre 2002) quando, declinando l'obiettivo educativo principale per la nostra scuola, quello di «insegnare a pensare», individuava quattro facoltà da far crescere che ci sembrano di una stringente attualità proprio di fronte alle prospettive che si aprono con *Industria 4.0*: insegnare ad ascoltare la domanda di altri; saper formulare le domande di altri nei termini di un problema; stare di fronte al problema anche quando la soluzione non è immediata; ripartire dalla soluzione per formulare nuove domande.

Concludendo il saggio *La nuova rivoluzione delle macchine* (Feltrinelli, 2015), i due economisti del MIT Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee – non certo accusabili di ostilità pregiudiziale verso le nuove tecnologie – così si esprimono:

«Nella seconda età delle macchine abbiamo bisogno di pensare in maniera molto più approfondita a che cosa vogliamo realmente e a che cosa diamo valore, sia come individui sia come società. La nostra generazione ha ereditato più occasioni di trasformare il mondo di tutte le altre. È motivo di ottimismo, ma solo se saremo attenti nelle nostre scelte. La tecnologia non è il nostro destino. Siamo noi a dare forma al nostro destino».

Mario Gargantini (Direttore della rivista *Emmeciquadro*)