

Il digitale “al lavoro”. Impatti sulle competenze.

Original

Il digitale “al lavoro”. Impatti sulle competenze / Mazali, Tatiana; Piovesan, Federico. - In: @ DIGITCULT. - ISSN 2531-5994. - 7:2(2022), pp. 23-37. [10.36158/97888929562232]

Availability:

This version is available at: 11583/2974187 since: 2022-12-27T11:58:20Z

Publisher:

TAB

Published

DOI:10.36158/97888929562232

Terms of use:

openAccess

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

Il digitale “al lavoro”. Impatti sulle competenze

Digital technologies “at work”,
and how they affect workers' skills.

Tatiana Mazali
Politecnico di Torino
tatiana.mazali@polito.it

Federico Piovesan
Politecnico di Torino
federico.piovesan@polito.it

| abstract

Con “quarta rivoluzione industriale” ci si riferisce alla diffusione e applicazione di nuove tecnologie digitali nei settori manifatturieri e dei servizi. Questo articolo contribuisce al dibattito su come piccole e medie imprese (PMI), grandi imprese leader di filiera e attori della formazione italiani stiano affrontando gli effetti del cambiamento tecnologico 4.0, talmente diffusi, pervasivi e variegati da richiedere un ripensamento sia del ruolo della tecnologia all'interno delle imprese, sia delle iniziative di miglioramento delle competenze. Attraverso i risultati di una serie di focus group, parte di una più ampia ricerca interdisciplinare, l'articolo approfondisce due temi specifici: 1. l'interesse, la comprensione, l'adozione e l'uso all'interno delle imprese delle cosiddette tecnologie abilitanti 4.0; e 2. l'impatto del cambiamento tecnologico sull'approccio alla formazione dei lavoratori, soprattutto per quanto riguarda la dicotomia tra competenze *hard* e competenze *soft*.

The “fourth industrial revolution” revolves around diffusion and application of new digital technologies in manufacturing and services. This article is about how small and medium-sized enterprises (SMEs), large supply chain leaders and education organizations in Italy are coping with the technological change 4.0, whose effects are so widespread, pervasive and diverse that they require rethinking both the role of technology within companies and how to approach skills improvement initiatives. Through the results of a series of focus groups, framed within broader interdisciplinary research, the article explores two specific themes: 1. the interest, understanding, adoption and use of the technologies associated with the Industry 4.0 paradigm; and 2. the impact of technological change on the approach to worker training, especially with regard to the dichotomy between hard and soft skills.

doi:10.36158/97888929562232

Introduzione

Le nuove tecnologie digitali come intelligenza artificiale, *Big Data*, *Augmented* e *Virtual Reality*, *Internet of Things* e *Additive Manufacturing* stanno iniziando il loro processo di diffusione e applicazione nei settori manifatturieri e dei servizi, dando inizio ad un nuovo paradigma tecnologico e di produzione indicato nel dibattito comune con termini quale “quarta rivoluzione industriale”, “Industria 4.0” e “trasformazione digitale”. Anche se la letteratura scientifica sta iniziando a documentare gli effetti di queste tecnologie su competenze delle organizzazioni, skill dei lavoratori, occupazione e approcci alla formazione tecnico-professionale e continua, le evidenze sulla realtà nelle imprese italiane sono ancora ridotte.

Con questo articolo vogliamo contribuire al dibattito su come le piccole e medie imprese (PMI), le grandi imprese leader di filiera e gli attori della formazione italiani stiano affrontando il cambiamento tecnologico 4.0, andando ad osservare in particolare gli effetti della digitalizzazione dei processi produttivi e del lavoro sulle competenze dei lavoratori.

L'effetto del digitale è talmente diffuso, pervasivo e variegato che richiede di ripensare sia il ruolo della tecnologia all'interno delle imprese, sia le iniziative di miglioramento delle competenze. Infatti, rispetto agli avanzamenti tecnologici precedenti, la quarta rivoluzione industriale presenta alcune peculiarità che è utile evidenziare. Un primo elemento di novità riguarda l'elevata pervasività del digitale nella catena del valore, ormai presente in quasi tutti gli ambiti della produzione industriale e dei servizi (progettazione, produzione, vendita, logistica) ma anche nelle interazioni quotidiane tra colleghi, collaboratori e clienti. Le evidenze sui fattori che richiedono il *blending* tra skill digitali e skill tradizionali e sugli elementi che favoriscono l'efficacia dei percorsi di creazione di nuovi profili di competenze risultano però ancora frammentate. Inoltre, in diversi Paesi, inclusa l'Italia, sono nati e si sono consolidati nuovi attori e nuove iniziative che prevedono una più forte integrazione tra impresa, università e scuola superiore. Ricadono in questa fattispecie, ad esempio, i competence center, le lauree professionalizzanti, e l'accresciuta attenzione, anche critica, verso l'alternanza scuola-lavoro e gli apprendistati professionalizzanti. Infine, l'ampiezza di tecnologie cosiddette "abilitanti", molto eterogeneo in termini di caratteristiche, possibili usi, opportunità e rischi, va sempre considerato in rapporto dialettico con le specificità dei contesti organizzativi. Pertanto, le sfide legate all'adozione di tecnologie e alla necessità di avere conoscenze per esplorare, adottare e usare su ampia scala il digitale, richiedono non solo un incremento delle iniziative ma anche un cambio di approccio.

L'articolo presenta una selezione dei risultati di una ricerca empirica condotta dagli autori all'interno di un team multidisciplinare del Politecnico di Torino, durante la pandemia dal 2020 al 2021, e basata su 25 casi di studio e focus group. La ricerca ha inteso osservare: l'impatto dell'innovazione digitale sulle competenze richieste dalle imprese; gli effetti sulle competenze dei nuovi modelli di business favoriti dal digitale (*sharing economy*, *servitization*, passaggio ad economia green e circolare); gli *skill shortage* individuati come più critici durante il cambiamento di paradigma tecnologico; i cambiamenti necessari a superarli nelle relazioni tra PMI, grandi imprese e attori della formazione; come formazione continua e professionale stiano cambiando nei contenuti, nelle metodologie e nei luoghi.

Questo articolo si focalizza in particolare sui risultati dei focus group che hanno visto in dialogo piccole e medie imprese, grandi aziende leader di filiera e attori del mondo della formazione. L'obiettivo era entrare in modo più approfondito nei cambiamenti del lavoro prodotti dall'adozione delle tecnologie digitali, e di analizzare come il sistema delle imprese e della istruzione e formazione stiano intervenendo e collaborando per colmare i fabbisogni di competenze.

In dettaglio, questi gli obiettivi di ricerca alla base dei focus group:

1. analizzare la trasformazione delle pratiche lavorative;
2. raccogliere indicazioni di medio periodo sulla trasformazione delle competenze e sulla progettazione di percorsi di formazione atti a rispondere ai bisogni delle imprese che si digitalizzano;
3. integrare la prospettiva degli attori del mondo della formazione (ITS e lauree professionalizzanti; alta formazione; academy aziendali ed agenzie del lavoro e per la

formazione professionale) facendoli dialogare con i rappresentanti del mondo delle imprese.

In totale hanno partecipato ai tavoli di discussione 42 persone, suddivisi in due grandi gruppi: le PMI in dialogo con gli attori della formazione; le grandi imprese in dialogo con altri attori della formazione. I due gruppi sono stati guidati in un percorso a tre tappe, tre sessioni di lavoro condotte online, per un totale di 26 ore di discussioni raccolte e rielaborate. Gli strumenti utilizzati sono stati: Teams per la videochiamata, Miro e Sli.do a supporto della comunicazione, dello scambio e della raccolta di informazioni online. Per facilitare la conduzione dei focus group online, durante ciascuna delle tre tappe (tre mezze giornate) si è provveduto a suddividere i due macro gruppi in tre sotto gruppi guidati ciascuno da due ricercatori, uno con la funzione di guida e stimolo della discussione, il secondo con funzione di reporting e gestione delle applicazioni digitali utilizzate durante la discussione.

Questo articolo approfondisce i risultati emersi nei tavoli di lavoro rispetto a due temi specifici:

1. l'interesse, la comprensione, l'adozione e l'uso all'interno delle imprese delle cosiddette tecnologie abilitanti;
2. l'impatto del cambiamento tecnologico sull'approccio alla formazione dei lavoratori, soprattutto per quanto riguarda la dicotomia tra competenze *hard* e competenze *soft*.

Stato dell'arte

Data la portata di intervento ampia e pervasiva su settori manifatturieri e dei servizi, e la presenza di tecnologie diverse e tra loro complementari, il cambiamento tecnologico comunemente associato al concetto di Industria 4.0 risulta un fenomeno ad elevata complessità di analisi (Battaglia et al., 2019; Bauer et al., 2015; Salento, 2018; Cipriani et al., 2018; Magone, Mazali, 2016; Marini & Setiffi, 2020). La letteratura che si è occupata di analizzare la relazione tra adozioni tecnologiche e profili di competenze è ampia, più recente quella che ha iniziato a focalizzare l'attenzione sulle competenze e i lavoratori 4.0 (Gubitta, 2018; Magone, Mazali, 2018; Marini, 2018). Se focalizziamo l'attenzione sull'analisi storica di questa relazione il primo modello utile a cui guardare è quello del *Skill-Biased Technological Change* (SBTC). Prima dell'approccio SBTC si attribuiva al cambiamento tecnologico un effetto sostanzialmente neutro sul rapporto tra domanda e offerta di lavoratori con diversi livelli di competenza. Lo *Skill-Biased Technological Change*, invece, inizia a leggere il cambiamento tecnologico nei suoi impatti sulle competenze, andando ad inquadrare quei cambiamenti che implicano il ricorso crescente a lavoratori qualificati rispetto a quelli non qualificati. Poiché la manodopera qualificata aumenta la produttività del processo produttivo grazie alla tecnologia di nuova introduzione, l'effetto netto dello SBTC è un aumento della domanda di manodopera qualificata (Violante, 2008).

Tuttavia, questo modello non riesce ad adattarsi all'eterogeneità delle tipologie di innovazione tecnologica che incidono sulla domanda di competenze.

Un'interpretazione alternativa è quella del *middle-skill gap*, che si concentra sulla riduzione progressiva dei *middle-skill job*, ovvero quei lavori per i quali è necessaria una formazione tecnica specifica e almeno un diploma, ma non necessariamente un titolo di

laurea. Gli studi a riguardo, che si concentrano sui paesi maggiormente industrializzati, evidenziano come si stia assistendo a una progressiva riduzione di figure adeguatamente formate per svolgere i *middle-skill job* (Kochan et al., 2012).

Nell'ambito di settori come quello manifatturiero e dei servizi, i gap nei *middle-skill job* riguardano competenze utili ad arricchire quei ruoli operativi e quelli specialistici con inquadramento professionale medio-basso (es. manutentori e conduttori di macchinari) delle responsabilità e competenze di tipo gestionale necessarie per attività di pianificazione e controllo della produzione, di controllo qualità, di gestione della relazione con il cliente, di riprogettazione dei processi in ottica migliorativa/incrementale, di redazione di un budget economico o finanziario. Tali competenze si innestano in una profonda modificazione delle pratiche lavorative che risulta importante comprendere, con le lenti di osservazione suggeriti dal framework della *practice theory* (Gherardi, 2018; Nicolini, 2013; Schatzki et al., 2001).

È evidente che una formazione basata sulla rigida separazione di ruoli e di profili di competenze, che tiene separate le competenze tecnico-ingegneristiche da quelle manageriale-gestionali, o più in generale che tiene separate *hard* e *soft skill*, non è funzionale a ridurre questi gap particolarmente evidenti nei *middle-skill job* (Aghion et al., 2019). Per affrontare l'aumento della complessità nei ruoli operativi e specialistici collocati su livelli di inquadramento professionale medio-bassi, le imprese devono aumentare gli investimenti in formazione continua, mentre scuola secondaria, e in parte anche l'università, devono rivedere approcci e contenuti dei loro sistemi di formazione continua e professionale (Spitz-Oener, 2006).

L'obiettivo non è più tanto trasmettere le conoscenze che permettano al diplomato di svolgere un ruolo appena terminato il percorso, quanto quello di fornire competenze e approccio mentale utili ad affrontare la crescita nei livelli di responsabilità una volta entrati in azienda. Diversi studi argomentano come un percorso di questo tipo richieda l'integrazione tra competenze di natura *hard* – specifiche alle mansioni del lavoratore, come ad esempio la redazione e consultazione dei budget, la statistica e l'analisi dati – e competenze di natura *soft* – più trasversali, legate ad esempio alla capacità di risolvere problemi, di lavorare in team interfunzionali, di avere leadership, di saper comunicare aspetti tecnici in modo chiaro e semplice. Questa unione è alla base del modello dei profili di competenza a "T" (Medhat & Peers, 2012), una metafora utilizzata molto nel reclutamento del lavoro per descrivere le abilità delle persone, diffusasi prima in ambito HR e poi in ambito manageriale per la composizione dei gruppi di lavoro in ottica interdisciplinare, in uso in modo rilevante in alcuni modelli organizzativi e del lavoro come nel mondo dello sviluppo software con metodologia *Agile*.

Altri studi, come Ceri (2018), hanno aggiunto la necessità di accompagnare alle competenze *hard* e *soft* la capacità di analizzare dati e di utilizzare strumenti informatici utili a tal fine, proponendo i profili di competenze fatti a "Pi greca". Si tratta di una visione che può divenire rilevante nel caratterizzare il cambiamento del lavoro nei ruoli operativi nel momento in cui i dispositivi per rilevazione e visualizzazione dati (sensori, tablet, smart watches e in futuro visori di realtà aumentata) stanno trovando una diffusione sempre più pervasiva all'interno di fabbriche e di ambienti operativi.

Ricapitolando, se il modello SBTC introduce l'effetto non neutro sulla domanda di lavoro di un cambiamento tecnologico, il *middle-skill gap*, concentrandosi sulle necessità di competenze per i ruoli operativi e specialistici con inquadramento professionale medio-basso, evidenzia la necessità per le imprese di trovare lavoratori che abbiano conoscenze tecniche e competenze relazionali, e che sappiano affrontare le complessità

crescenti dei percorsi professionali dovute soprattutto a pervasività e ampiezza dei cambiamenti tecnologici. In questa visione più ampia e sfumata dei profili di competenze necessari per implementare la rivoluzione 4.0, il digitale viene interpretato come una famiglia di competenze che accompagna parallelamente le competenze specifiche (*hard*) e interseca quelle trasversali (*soft*).

Il posizionamento del digitale all'interno della dicotomia *hard* e *soft*, ma anche il disallineamento tra percorsi formativi e necessità delle imprese, sono due aspetti centrali che abbiamo voluto affrontare con i partecipanti dei focus group.

Digitale: da tecnologia abilitante a linguaggio di intermediazione

Dal punto di vista tecnologico, l'industria 4.0 si basa su una famiglia di applicazioni e strumenti molto composita, che affrontano problemi specifici e sono pensate per settori molto diversificati. Se pensiamo a mondi come l'additive manufacturing o i sistemi IoT, la realtà virtuale o la robotica collaborativa, oppure guardando ancora più lontano alla blockchain o al 5G che metterà in comunicazione i macchinari nelle fabbriche e le automobili nelle città, ci accorgiamo che l'unica cosa in comune che hanno queste tecnologie è il codice digitale (Manovich, 2001).

Il concetto di tecnologie abilitanti ha svolto una funzione utile nell'interazione tra i partecipanti dei focus group: quello di fornire una cornice concettuale generalmente condivisa su cui fondare il dialogo. A valle dei focus group, però, risulta evidente come questo concetto tenda ad appiattare le casistiche e le complessità che ogni tecnologia racchiude. Quello che è emerso dalla discussione è uno spettro di tecnologie che si differenziano per le funzioni che assumono all'interno delle imprese, tra tecnologie specifiche e tecnologie strutturali (o *general purpose*).

Per illustrare i due gruppi, abbiamo selezionato due esempi dove le tecnologie assumono un carattere specifico – l'uso dell'*additive manufacturing* nella produzione dei componenti custom-made e le *cross reality* per l'erogazione di servizi di consulenza – e due esempi di ambiti dove le tecnologie digitali assumono un carattere più strutturale – la digitalizzazione del reparto amministrativo-gestionale e il lavoro da remoto.

Tecnologie specifiche

Le tecnologie abilitanti che hanno un carattere maggiormente specifico sono quelle associate a funzioni delimitate del processo produttivo, come produzione, prototipazione, l'interazione coi clienti, o i servizi di assistenza post-vendita.

L'additive manufacturing per la produzione di componenti custom-made

Un primo esempio di tecnologia specifica è l'*additive manufacturing*, considerato una priorità in alcuni settori del manifatturiero, tanto da aziende che lo usano per produrre più velocemente i prototipi dei prodotti che andranno poi a realizzare in serie con metodi tradizionali, quanto da chi produce pezzi unici, come ad esempio il settore aerospaziale.

È proprio in una delle imprese leader di filiera di questo settore che l'*additive manufacturing* permette di creare componenti più leggeri, più performanti (dunque motori che inquinano meno) e di cui si potrà rigenerare e riutilizzare il materiale di base (trasfor-

mandolo nuovamente in polvere o filo per una nuova produzione in *additive*). Si tratta di un cambiamento che può portare a vantaggi strategici dal punto di vista della competitività e della sostenibilità, e che quindi ha acquisito un'importanza centrale nelle scelte strategiche dell'azienda.

Ogni anno esce una macchina nuova che scardina i business case perché è sempre più produttiva, sempre più veloce e allarga anche l'area di stampa, quindi riesce ad includere sistemi piuttosto che il singolo componente, ma potete immaginare quanto poi tutto questo abbia un impatto sull'organizzazione e la filiera (Manager, grande azienda del settore aeronautico).

Additive manufacturing, però, non è solo la stampa, ma è anche tutto quello che avviene dopo: trattamenti termici, pulizia e ispezione delle parti. È quindi una tecnologia specifica e disruptive che, oltre a cambiare modelli produttivi e di business, richiede la creazione di una filiera che riesca a sostenere un'innovazione in continua evoluzione e, di conseguenza, di competenze che si stanno costruendo sull'evoluzione stessa della tecnologia.

Il design viene scardinato, ha dei gradi di libertà completamente differenti rispetto a tutte le altre tecnologie, per questo servono figure di designer nuovi che abbiano la logica del Design For Additive, che capiscano quali sono i limiti di questa tecnologia rispetto a quelle tradizionali. Solo persone giovani possono farlo, persone che non hanno l'esperienza dei modelli tradizionali, che sappiano pensare in modo completamente diverso, e che abbiano poi la forza di portare avanti questi nuovi modelli di design di fronte ai chief engineer dell'impresa abituati a modelli differenti (Manager, grande azienda del settore aeronautico).

La valenza disruptive dell'AD riverbera come un domino sulle competenze necessarie a incorporarla nell'impresa, il tema sfidante si colloca non solo nella trasformazione del modello produttivo quanto piuttosto nella trasformazione del design delle forme e dei componenti, che diventa terreno di scontro tra vecchie e nuove generazioni.

Lasciatemi dire, serve quella irriverenza giovanile che sposa la causa e la porta avanti. Più difficile trovarla in un designer con 10/20 anni di esperienza e che è abituato a disegnare con altri schemi mentali (Manager, grande azienda del settore aeronautico).

La cross reality nella consulenza

Il secondo esempio riguarda la *mixed-crossed reality*, ovvero quell'insieme di strumenti che può combinare realtà virtuale e realtà aumentata. Tra i suoi usi più noti vi è quello della manutenzione delle macchine, in loco o a distanza. Diversamente da questi utilizzi che si stanno diffondendo nelle imprese, il caso di una PMI del settore consulenza alle imprese, presente ai focus group, ci permette di evidenziare nuovi usi ma anche criticità. Questa impresa, infatti, ha iniziato a utilizzare la *cross reality* per l'erogazione dei servizi di consulenza e di formazione del personale durante la crisi sanitaria COVID-19.

Il nostro lavoro consisteva di continui spostamenti in giro per il mondo, ora abbiamo dovuto introdurre sistemi per fare consulenze a distanza, a parte le piattaforme di uso ormai generale, tipo Teams, stiamo lavorando su strumenti di realtà aumentata per prendere e dare informazioni ai nostri clienti, ma anche strumenti di simulazione, per lavorare, ad esempio su stime del rapporto costi-benefici attraverso software di simulazione (Operations, PMI di consulenza).

In un settore come quello consulenziale, dove lo scambio di conoscenze tra cliente e fornitore passa attraverso un'alta personalizzazione dei servizi, basati su stretti rapporti di fiducia che vanno costruiti gradualmente, sostituire le interazioni di persona con i nuovi ambienti virtuali ha portato a diverse sfide.

È una sfida perché questi nuovi tools non vengono recepiti allo stesso modo da tutti i nostri clienti. Diciamo che, più l'azienda è grande e più sono pronti a questo tipo di approccio, se andiamo sulle piccole-medie imprese sono un po' più restie, è un po' più difficile (Operations, PMI di consulenza).

Per quello che riguarda le aziende con cui lavoriamo il gap è molto più profondo. Ci è capitato di andare a lavorare con aziende che vogliono fare le cose, ma proprio non sanno dove mettere le mani. Per noi, diciamo è un bene, nel senso che poi gli aiutiamo noi come azienda, però sperabilmente lo scenario dovrà essere diverso in futuro (Operations, PMI di consulenza).

Da notare come la testimonianza non si riferisce a un unico strumento tecnologico, ma a un set composito e eterogeneo di strumenti digitali a supporto del lavoro collaborativo. La sfida, pertanto, non è solo relativa a tecnologie specifiche quanto piuttosto quella di integrare tools, ambienti per creare una nuova *user experience* che, se da un lato è sempre più mediata dal digitale, dall'altro va adattata alle competenze e al *mind-set* digitale di ogni cliente.

Ci sono quindi due livelli d'impatto, e di criticità: far accettare, e comprendere, alle imprese modelli consulenziali basati su tecnologie di virtualizzazione, comunicazione e simulazione; e la riprogettazione della consulenza stessa perché nel momento in cui si "virtualizza" non si tratta solo di avere competenze su nuovi strumenti ma di ripensare processi e pratiche del lavoro. Va detto, inoltre, che la virtualizzazione dovrebbe anche garantire maggiore scalabilità e potrebbe dunque aumentare la replicabilità dell'attività consulenziale. Ambienti e applicazioni di *cross reality* non sono semplicemente un altro canale per raggiungere il cliente, ma trasformano il processo dell'attività nella sua interezza.

Tecnologie strutturali

A differenza delle tecnologie specifiche, che hanno impatti profondi su ambiti circoscritti di un'impresa, quelle strutturali hanno un impatto su una larga parte del tessuto organizzativo. Esempi di tecnologie che più spesso tendono a essere strutturali includono cloud, 5G, *industrial intelligence* e *cybersecurity*. Sono tecnologie la cui implementazione tende ad essere più complessa, a portare maggiori rischi e a richiedere un aggiornamento diffuso per costruire una cultura minima di base a tutti i livelli dell'organizzazione delle imprese.

Prendendo come esempio il cloud, quanti più aspetti del lavoro vengono trasferiti sulla nube (dall'archiviazione file alla collaborazione tra colleghi) tanti più lavoratori dovranno essere formati non solo su come utilizzare questi nuovi strumenti, ma anche sui rischi che essi implicano, e pertanto su come utilizzarli in modo responsabile. È proprio da questo carattere diffuso delle tecnologie strutturali che derivano le grandi sfide a cui le imprese rivolgono molte attenzioni, come quella della sicurezza dei dati.

La digitalizzazione degli ambiti amministrativo-gestionali

Digitalizzare i processi di amministrazione e gestione delle aziende richiede un pacchetto di soluzioni tecnologiche che vanno innestate in pratiche e processi già esistenti. Da un lato si tratta di un contesto dove le promesse del digitale appaiono evidenti: dall'automazione dei processi ripetitivi, alla smaterializzazione degli archivi di carta, la riduzione degli errori, e la possibilità di generare copie a basso costo. Dall'altro, proprio in un ambito dove ci si aspetterebbe che la digitalizzazione abbia un rapporto costi/benefici vantaggioso, abbiamo riscontrato una serie di esempi di come, invece, essa possa portare a un appesantimento dei processi.

I partecipanti ai focus group ci raccontano come, quando processi, dinamiche organizzative e protocolli vengono trasposti in digitale tali e quali a come esistevano in analogico, è probabile che verranno riprodotte anche le stesse inefficienze organizzative. Se digitalizzare i processi burocratici può aumentarne l'efficienza, senza un ripensamento del processo è probabile che i processi ne risultino appesantiti anziché semplificati.

Il problema forse è che nella trasformazione digitale certi processi non sono stati rivisti con la mentalità digitale, si è detto "prima il processo faceva A, poi faceva B, e io lo automatizzo", ma senza rivedere tutto il senso, senza cercare di dare una nuova progettazione in un'ottica di automatizzazione ed anche di responsabilizzazione (Training Manager, grande impresa del settore Gomma).

Noi abbiamo un nuovo sistema che si chiama Work Day che gestisce tutta la parte HR, ci possono volere fino a 25 firme per riuscire a prendere una persona di cui abbiamo disperatamente e urgentemente bisogno. Oggi nella nostra impresa per ogni trasferta, che avrebbe avuto nella digitalizzazione una sua facilitazione di processo, partono una serie di email che arrivano fino all'amministratore delegato, per mandare una persona da uno stabilimento ad un altro c'è bisogno di una email dell'amministratore delegato, questa cosa non ha il minimo senso (Direttore, grande impresa del settore aerospazio).

Un elemento di criticità della digitalizzazione in questi ambiti, ma non solo, è rappresentato dal ripensamento della catena decisionale, e quindi delle pratiche di controllo interne all'impresa. Automazione e semplificazione dei processi, quando ciò accade, hanno quasi sempre un impatto sul modo di gestire/controllare le fasi di lavoro e le persone, questi aspetti richiedono un'attenzione particolare durante l'implementazione dell'innovazione affinché essa venga accettata all'interno di pratiche e culture gestionali radicate nel tempo.

Il lavoro da remoto

Un altro gruppo di testimonianze riguarda la serie di nuovi strumenti digitali, ma anche di nuove pratiche e processi, che sono stati introdotti – spesso con urgenza – durante l'emergenza Covid-19 per permettere ai lavoratori di lavorare da remoto.

In un'azienda leader di filiera del settore telecomunicazioni, questo passaggio – spesso urgente e forzato – ha dimostrato come fosse possibile raggiungere livelli di flessibilità prima irrealizzabili.

Chiaro che se io devo controllare una catena di montaggio devo vedere con i miei occhi cosa succede, devo ovviamente stare lì sul posto, però lo smart working che mi permette di operare

dove voglio e, aggiungo io, quando voglio, anche se questo le aziende non l'hanno ancora capito, che se c'è una libertà di spazio ci deve essere anche una libertà di tempi (Project manager, grande impresa del settore telecomunicazioni).

Allo stesso tempo, rimangono degli aspetti che il digitale non può ancora riprodurre.

Se siamo tutti in laboratorio io faccio qualcosa e l'altro lo prende, lo rielabora, e la creatività viene fuori perché usiamo tutti i sensi, ma se io leggo una mail può esserci anche scritto qualcosa di estremamente intelligente ma non me la stimola così tanto la creatività (Project manager, grande impresa del settore telecomunicazioni).

Per un altro partecipante, poiché il lavoro da remoto implica forti conseguenze sulle pratiche organizzative, esso richiede riflessioni ad ampio spettro sull'impatto che ha, tanto sui processi quanto sulle dinamiche relazionali.

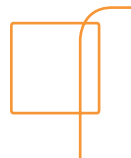
La capacità di sapersi relazionare tramite questi nuovi strumenti non è banale e noi tutti quest'anno abbiamo rivisto il modo con cui collaboriamo con le altre persone, il modo con cui creiamo networking con le altre aziende, altri team, fornitori, proprio perché non c'è più la presenza fisica, non c'è più la macchinetta del caffè, non lo so, io mi sono trovato a dover mettere dei ritmi per cercare di rappresentare il momento della macchinetta del caffè. Io vedo diminuire in questa rivoluzione digitale l'aspetto più umano dell'empatia, del saper cogliere le debolezze umane, se vogliamo, che mai la macchina saprà cogliere, e quindi ci vogliono queste figure molto empatiche, molto attente a come le persone si stanno confrontando, stanno interagendo in questo contesto. Allo stesso modo, se da un lato c'è l'empatia, dall'altro deve esserci la creatività che magari la macchina non può avere. La creatività è senz'altro un altro punto molto importante (Manager, grande impresa del settore aeronautico).

Per un rappresentante del mondo della formazione, col diffondersi del lavoro da remoto le imprese dovranno imparare a offrire maggiore flessibilità ai lavoratori, ma anche la possibilità di immaginare nuovi spazi e tempi di lavoro, e gli strumenti necessari per adattarsi ai cambiamenti.

È necessario rendere flessibili anche i lavoratori che già sono all'interno dell'azienda, non solo in termini di costante aggiornamento di competenze hard, ma anche in termini di soft skill, proprio per la capacità di adattarsi al cambiamento. Ad esempio, il mio campo, che riguarda selezione, ricerca, formazione e politiche attive, sta subendo una trasformazione sempre più verso il digitale, i colloqui stanno ritornando un po' quelli del passato, colloqui un po' più lunghi, più strutturati, però digitali. Insomma, dobbiamo ripensare spazi e tempi delle nostre pratiche lavorative (Project coordinator, agenzia per il lavoro).

Cosa abbiamo capito rispetto a questa distinzione

Come abbiamo visto, durante i focus group parlare di tecnologie abilitanti come un gruppo di soluzioni a impatto relativamente omogeneo sulle strutture aziendali non è risultato utile a spiegare la varietà di casistiche incontrate. Le testimonianze dei partecipanti hanno rivelato differenze e complessità dei processi di transizione digitale che richiedono una prospettiva più ampia sui diversi ruoli che le tecnologie abilitanti possono avere all'interno di un'organizzazione. Proponiamo uno spettro su cui posizionare



le diverse soluzioni tecnologiche, ai cui poli opposti troviamo tecnologie specifiche e tecnologie strutturali.

Le tecnologie specifiche tendono ad avere un effetto più circoscritto ad alcune parti dell'azienda – come la produzione, la prototipazione, o l'erogazione dei servizi – ma richiedono comunque di ripensare sia i processi (che possono riverberare lungo la filiera) sia la concezione di un determinato lavoro. Di conseguenza, l'implementazione delle tecnologie specifiche può richiedere alle aziende di assumere nuovo personale o di intraprendere dei percorsi di formazione, utili ad acquisire nuove competenze tecniche ma anche a cambiare l'approccio al lavoro.

Le tecnologie strutturali hanno un impatto più allargato, trasformano l'intera organizzazione e tutte le persone nella gerarchia dei ruoli. La sfida, dunque, passa dalla formazione profonda e puntuale all'accompagnamento di grandi numeri di persone, prerequisito per una trasformazione sistemica dell'impresa; il problema non è più solo quello delle competenze d'uso di nuovi strumenti bensì la trasformazione delle pratiche professionali e della cultura organizzativa nel suo insieme.

Ci preme sottolineare come il ruolo che una nuova tecnologia, o una combinazione di soluzioni, assume all'interno di un'organizzazione dipenderà dagli assetti produttivi e organizzativi, e l'impatto che essa può avere sulle pratiche del lavoro e sui bisogni di formazione dei lavoratori non può essere generalizzato. Tecnologie specifiche e strutturali non vanno intesi come gruppi separati, ma come gli estremi di uno spettro fatto di sfumature infinite. Non possiamo escludere che la stessa tecnologia possa, in base alle circostanze, essere specifica o strutturale, oppure entrambe contemporaneamente.

Inoltre, la scelta della tecnologia è solo il primo passo di un lungo e complesso processo di trasformazione. Ad esempio, la digitalizzazione dei processi richiede di ripensarli all'origine. La riproduzione in digitale dei processi tradizionali senza ripensarne la logica (ad esempio nel passaggio dall'utilizzo della carta al *paperless*) difficilmente dà risultati di maggiore efficienza. Anche a causa della crisi sanitaria che ha accelerato la digitalizzazione di molti ambiti, certamente di quelli amministrativi e gestionali, si intravede una polarizzazione: le imprese (e le persone che ne fanno parte) a volte si trovano a viaggiare a due velocità diverse tra i problemi a volte banali nell'implementazione di soluzioni anche semplici (pensiamo a tutti gli strumenti per lo *smart working*) a trasformazioni 4.0 più complesse.

Le imprese sanno benissimo che la sfida non è scegliere una tecnologia “a scaffale” ma portare l'impresa a una trasformazione sistemica, gestendo la complessità che questa richiede: dall'estrema specificità di alcune tecnologie di cui si devono preoccupare solo alcuni profili professionali all'interno dell'impresa alla trasversalità delle tecnologie strutturali, e della digitalizzazione dei processi, che impatta su tutta la catena organizzativa e tutte le risorse umane.

Si inizia pertanto a delineare una concettualizzazione del digitale non come strumento, un attrezzo tra gli altri, ma come vera e propria lingua che sta cambiando il modo in cui comunichiamo, la nostra cultura, i nostri modelli di lavoro, la forma stessa della società. Vogliamo qui proporre un'interpretazione del digitale non come tecnologia abilitante ma come linguaggio di intermediazione.

Le competenze legate alla trasformazione digitale

A valle di questa nuova interpretazione del digitale, possiamo ora rileggere il tema delle competenze. Esattamente come i confini tra le tecnologie specifiche e quelle più

general purpose sono ridefiniti dalla digitalizzazione dei processi e dei prodotti e servizi delle imprese, analogamente i perimetri tra le competenze specifiche (*hard*) e le competenze trasversali (*soft*) sono soggetti a riconfigurazione continua dalla spinta digitale, poiché è il digitale stesso ad essere sia specifico sia trasversale.

Anche il rapporto tra dimensione *hard* e *soft* delle competenze va immaginato come uno spettro ampio (Laker & Powell, 2011) che può variare anche molto per le diverse figure professionali. Lungo questo spettro le competenze digitali a volte prendono un’area ampia, a volte più specifica. Il digitale è un continuum che ha alla base delle grammatiche, delle *affordances* (Norman, 1999) che se non conosciute non ci permettono di sfruttarlo a pieno. Il digitale non è semplicemente uno strumento, ma una lingua, e un ambiente in cui operiamo, ci muoviamo, ci relazioniamo. La pandemia, ad esempio, ci ha fatto capire che non basta saper lavorare in gruppo per saper lavorare in gruppo a “distanza”, saper lavorare in gruppo in presenza e a distanza sono due modalità che possono addirittura collidere. Quando il digitale è un ambiente a supporto delle competenze trasversali, come il saper lavorare in gruppo, modifica tale competenze obbligando ad acquisirne di ulteriori.

Il digitale dunque agisce in modo trasformativo sia sulle competenze specifiche, ridefinendo quelle prioritarie e aggiungendone di nuove, sia sulle competenze trasversali che, nei processi di digitalizzazione, assumono caratteristiche specifiche e una nuova centralità. Nonostante la geografia delle competenze cosiddette *soft* resti estremamente composita, una tendenza comune collega le competenze trasversali non più solo alle attitudini del singolo ma alla cultura organizzativa dell’impresa nel suo insieme. Come ribadiscono i testimoni privilegiati della nostra ricerca, il bisogno delle imprese è quello di avere al proprio interno bravi tecnici che possiedano anche competenze trasversali di diversa natura, oltre a dover sapere e conoscere ciò di cui si parla sempre di più è necessario sapersi rapportare agli altri, possedere dunque una competenza sociale in senso ampio. Su questo specifico aspetto la digitalizzazione ha dato una spinta ulteriore, poiché porta all’interno delle imprese sistemi di condivisione delle informazioni e di collaborazione più articolati sui *work project*.

Per questo motivo le competenze trasversali sono al centro dell’attenzione delle imprese che ben comprendono quanto da un lato l’innovazione digitale porti a un maggiore bisogno di competenze tecnico-specialistiche, dall’altro lato la natura strutturale e sistemica del digitale nei processi del lavoro e nelle relazioni tra le persone rende le competenze trasversali molto più pervasive di prima.

Ridefinire l’equilibrio tra hard e soft skills

All’interno dei focus group della ricerca i partecipanti hanno messo un forte accento sulle *soft skill* che percolano in tutti i ruoli dell’organizzazione e che sono diventate delle vere e proprie competenze di base, seppur estremamente complesse, competenze che si ibridano con quasi tutte le competenze specifiche e più tecniche presenti nell’impresa. Unanime accordo c’è anche sulla complementarità delle competenze trasversali che non sostituiscono in nessun caso le competenze specifiche di dominio.

Quando si parla di *soft skill* si usano espressioni come: “sapersi rapportare agli altri”, “capacità di autogestione, adattamento al cambiamento”, “lavorare per gruppi, empatia” e poi ancora creatività, proattività, problem solving, e infine capacità di guida e leadership. La geografia delle competenze *soft* è composita, il lessico anche. Al di là della tipologia e delle differenze tra le competenze trasversali, il tema critico è come si acquisiscono, e dunque come si formano, queste competenze.

Su questo punto PMI e leader di filiera presenti ai focus group si differenziano, operano in modi differenti, attraverso pratiche e percorsi informali le prime, attraverso percorsi di formazione strutturata le seconde. Nelle PMI le competenze trasversali si acquisiscono più per osmosi e sulla base dell'esperienza, nelle grandi imprese più grazie a percorsi di formazione.

Alcuni esempi emersi dalla discussione aiutano a chiarire questa differenza.

Diverse imprese dichiarano il bisogno di far lavorare a più stretto contatto uffici tecnici e uffici commerciali, per farlo le competenze si devono ibridare, la capacità di "saper parlare con il cliente" è una capacità che devono acquisire anche i tecnici. Queste competenze spesso nelle PMI sono acquisite sul campo attraverso un *learning by doing* continuo.

Ed è per questo che l'ibridazione tra *hard* e *soft* è a volte più semplice nelle organizzazioni più piccole al cui interno i ruoli tendono ad essere più fluidi e polifunzionali rispetto ad aziende di grandi dimensioni dove la verticalizzazione e separazione di funzioni resta elevata e solidamente strutturata:

Da noi, PMI di 90 dipendenti, le competenze trasversali sono praticamente ovunque, c'è molta fluidità tra la parte tecnica, commerciale e la ricerca e sviluppo. Qui ho dovuto acquisire competenze nuove che non avrei mai pensato di dover acquisire, competenze più di assistenza al cliente. Nella grande impresa dove lavoravo prima non le avrei certamente sviluppate (Project manager, PMI del settore produzione pompe).

Nelle grandi imprese, invece, la trasformazione culturale organizzativa, l'innovazione digitale e le nuove competenze sono al centro dell'aggiornamento delle risorse umane condotto attraverso percorsi di formazione più sistematici, spesso facendo da sé attraverso le academy aziendali. Al contempo la loro criticità è quella dei grandi numeri, mobilitare le competenze di centinaia e migliaia di lavoratori, portandoli nella direzione verso cui l'impresa si sta dirigendo, è un'operazione estremamente complessa e ad alto impatto.

Per un approccio sistemico delle competenze

Il dibattito all'interno dei focus group si è molto concentrato sulle competenze trasversali perché sono quelle più difficile da reperire. Mentre i profili tecnici, e le competenze specialistiche, tendono ad essere reperite più facilmente, o si riescono a formare internamente grazie alle proprie academy (nel caso della grande impresa) o grazie a forme di trasferimento delle competenze tecniche interne (nelle PMI), trovare persone con una certa forma mentis e attitudini di un certo tipo è molto più difficile.

Per la verità anche sul fronte delle competenze tecniche, specifiche, legate a Industria 4.0, restano delle criticità. La variegata offerta formativa presente ai diversi livelli, si è ormai spinta a formare le competenze per Industria 4.0, ma restano profili che ancora non sono presenti, o disponibili su larga scala. Si fa fatica a reperire i profili professionali collocati sulla cresta più spinta dell'innovazione.

L'ambito della gestione dei dati è un esempio di gruppo di competenze specifiche estremamente importanti che ancora non si rintracciano nei profili professionali che escono dal mondo della formazione superiore e universitaria. È un'area critica, anche per la sua complessità. Infatti per "gestione dati" non si intende solo la *Data Science* (*Data Scientist, Data Engineer, Data Analyst*) o le attività legate all'intelligenza artificiale, quanto piuttosto le competenze di integrazione e la capacità di decisione legate ai dati.

Servono persone che sappiano mettere mani e testa per tirare fuori dalla mole di dati le risposte alle query, e che ti facciano vedere le cose in modo diverso. Qui le competenze specifiche dell'analisi dati si uniscono a competenze più complesse che attengono la capacità di fornire delle viste interpretative solide, ma anche dei modi innovativi di guardare ai dati al fine di utilizzarli per la risoluzione dei problemi (HR manager, grande impresa del settore elettronico).

Il bisogno più forte è legato alle competenze che devono per forza essere trasversali perché ormai i sistemi sono sempre più connessi tra di loro, pensiamo alle leve tecnologiche della data science e dell'artificial intelligence che sono degli abilitatori molto forti nel nostro settore, a tutti i livelli della catena del valore (dal prodotto al processo) (Responsabile innovazione, grande impresa del settore automotive).

L'ambito della gestione dei dati è un buon esempio di come sempre di più le competenze, come le tecnologie, tendono ad essere veri e propri “sistemi di sistemi”. Questo approccio sistemico, basato sulla capacità di integrare tecnologie, sistemi, processi, competenze, è un tratto che caratterizza i bisogni esplicitati dalle imprese che hanno intrapreso la strada della digitalizzazione.

Usiamo questa metafora, presa dal mondo aeronautico, dalle parole dirette di uno dei testimoni privilegiati della ricerca:

Il futuro sono velivoli con pilota a bordo che dovranno integrare molteplici missioni di altri velivoli, senza pilota. Il pilota nelle decisioni sarà sempre di più supportato da un flusso informativo, un flusso enorme di dati e di sistemi che saranno perlopiù di intelligenza artificiale. In aeronautica quando si parla di sistema di sistemi si intende questo (Responsabile relazioni istituzionali, grande impresa del settore aeronautico).

Questi scenari prevedono la capacità di integrare competenze e tecnologie: competenze digitali, intelligenza artificiale, *machine learning*, autonomia del volo e dei sistemi. Anche il settore dell'automotive è su un'analogia road map, con il passaggio ai veicoli elettrici, ibridi, connessi e a guida autonoma, e dove la sfida è quella dell'implementazione e dell'introduzione dei nuovi paradigmi tecnologici abilitanti dell'intelligenza artificiale, dell'autonomia, dell'elettrificazione. Questi sono solo due esempi di un processo, di una spinta, di uno scenario che ha nel digitale le sue radici e che ha un forte impatto sulle competenze.

Potremmo dire che all'aumentare del bisogno di “*system integration*” (tipico della digitalizzazione di processi e prodotti) aumenta il bisogno di “*skill integration*”. Questo bisogno porta con sé un determinato approccio al lavoro e alle competenze.

Sempre più spesso, infatti, vediamo configurarsi all'interno delle imprese delle nuove figure, nuove nel senso del ruolo e delle competenze ad esso associate. Queste nuove figure hanno la loro specificità nella capacità di integrazione, sono dei “facilitatori di integrazione” all'interno dell'impresa. Un esempio è rappresentato dai *Chief Innovation Officer* (CIO) che devono saper cogliere le opportunità di innovazione che arrivano dall'esterno e portarle all'interno, e per farlo devono facilitare la comprensione del nuovo, mettendo in dialogo persone e reparti. I CIO sono dei “traduttori”, dei “mediatori culturali”, sono degli *skills integrator*.

Altre volte non si tratta di una nuova figura nel senso di un ruolo nuovo nell'organizzazione, ma di persone che sono entrate da poco nell'impresa grazie a un'attività di innovazione e si trovano a dover svolgere un ruolo di integrazione del nuovo negli assetti e nelle pratiche tradizionali dell'organizzazione.

Un esempio paradigmatico è questa PMI manifatturiera che ha sempre e solo prodotto pompe con lavorazioni meccaniche e che negli ultimi anni si è spostata su sistemi integrati per ampliare la propria gamma di prodotti:

Sono stato chiamato principalmente per portare all'interno dell'azienda sistemi intelligenti. Finito lo sviluppo del nuovo prodotto, avevamo il problema del come trasferire queste competenze all'interno dell'azienda, in tutte le figure più tradizionali che dovevano modificare il proprio lavoro e acquisire nuove competenze. Questo lavoro di trasferimento l'ho fatto io, sono la cerniera di congiunzione tra il vecchio e il nuovo (Responsabile sviluppo prodotto, PMI del settore produzione pompe).

L'esempio di questa impresa è paradigmatico di un percorso strutturato di trasformazione delle competenze che tiene insieme il valore dell'esperienza e l'innovazione. La risorsa "nuova" è il ponte di congiunzione, per fare questo non bastano le sue *hard skill* ma deve essere disposta a trasferire le sue conoscenze e deve essere in grado di farlo: insegnare, formare, trasferire competenza sono ambiti che esulano la specifica competenza tecnologica ma che risultano centrali per incorporare l'innovazione all'interno di organizzazioni tradizionali, soprattutto di piccole e medie dimensioni.

In conclusione, il digitale, come detto, è "linguaggio" comune a impatto sistemico nei processi di innovazione targati "4.0". In tal senso è bene ricordare che il digitale si differenzia dalle tecnologie informatiche di stampo novecentesco. Le competenze informatiche sono sostanzialmente competenze tecnico specialistiche, specifiche, competenze *hard*, al contrario le competenze digitali sono sia di tipo *hard* sia di tipo *soft*. Il digitale impone una più stretta ibridazione tra queste due dimensioni delle competenze.

Come riferisce un esperto di formazione e competenze di Indire (Ente di ricerca per la documentazione, innovazione e ricerca educativa del Ministero dell'Istruzione italiano) presente ai focus group:

In questa fase serve un upgrade delle *hard skill* digitali per poter gestire anche gli aspetti *soft*, collegati ad esempio a temi quali intelligenza artificiale, analytics, ecc. Saper gestire gli aspetti sociali e creativi delle tecnologie richiede un livello maggiore di conoscenze tecniche rispetto al passato (Ricercatrice, Indire).

Aknowledgments

La ricerca è stata resa possibile grazie all'Istituto Nazionale Analisi Politiche Pubbliche (INAPP); i focus group sono stati realizzati con la collaborazione del Competence Industry Manufacturing 4.0 (CIM 4.0) di Torino.

Bibliografia

Aghion, P., Bergeaud, A., Blundell, R. W., & Griffith, R. (2019). The Innovation Premium to Soft Skills in Low-Skilled Occupations. *SSRN Electronic Journal*, November, WP #739.

Battaglia, D., Neirotti, P., Ricci, A. (2019). Modelli di implementazione di Industria 4.0 nelle pmi. *INAPP serie Working paper*.

Bauer, W., Hämmerle, M., Schlund, S., Vocke, C. (2015). Transforming to a Hyper-Connected Society and Economy – Towards an Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 3, 417-424.

Ceri, S. (2018). On the role of statistics in the era of big data: A computer science perspective. *Statistics & Probability Letters*, 136, 68-72.

Cipriani, A., Gramolati, A., Mari, G. (a cura di) (2018). *Il lavoro 4.0. La Quarta Rivoluzione industriale e le trasformazioni delle attività lavorative*. Firenze University Press.

Gherardi, S. (2018). Tecnologia, lavoro e organizzazione: dallo studio del lavoro a quello delle pratiche lavorative. *Sociologia del Lavoro*, 149, 135-150.

Gubitta, P. (2018). I lavori ibridi e la gestione del lavoro. *Economia e Società Regionale*, 1, 70-82.

Kochan, T. A., Finegold, D., & Osterman, P. (2012). Who Can Fix the "Middle-Skills" Gap? *Harvard Business Review*.

Laker, D. R., & Powell, J. L. (2011). The differences between hard and soft skills and their relative impact on training transfer. *Human Resource Development Quarterly*, 22(1), 111-122.

Magone, A., Mazali, T. (a cura di) (2016). *Industria 4.0. Uomini e macchine nella fabbrica digitale, Milano*. Guerini e Associati.

Magone, A., Mazali, T. (2018). *Il lavoro che serve. Persone nell'Industria 4.0*. Guerini e Associati.

Manovich, L. (2001). *Il linguaggio dei nuovi media*. Olivares Edizioni.

Marini, D., Setiffi, F. (Eds.) (2020). *La Grammatica del 4.0. Società ed economia nei processi di digitalizzazione*. Guerini e Associati.

Marini, D. (2018). Fuori classe. *Dal movimento operaio ai lavoratori imprenditivi della Quarta rivoluzione industriale*. il Mulino.

Medhat, S., & Peers, S. (2012). *White paper: T-shaped learning for the new technologist*. NEF. The Innovation Institute.

Nicolini, D. (2013). *Practice Theory, Work, and Organization: An Introduction*. Oxford University Press.

Norman, D. A. (1999). Affordance, conventions, and design. *Interactions*, 6(3), 38-43.

Salento, A. (2018). Digitalisation and the regulation of work: Theoretical issues and normative challenges. *AI & SOCIETY*, 33(3), 369-378.

Schatzki, T. R., Knorr-Cetina, K., & Savigny, E. von (Eds.) (2001). *The practice turn in contemporary theory*. Routledge.

Spitz-Oener, A. (2006). Technical Change, Job Tasks, and Rising Educational Demands: Looking outside the Wage Structure. *Journal of Labor Economics*, 24(2), 235-270.

Violante, G. L. (2008). Skill-biased technological change. In S. Durlauf N. & L. Blume E. (Eds.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*.

