

Training and industry 4.0: Training practices and challenges between technology and awareness (the voice of the trainers)

Formazione e industria 4.0: pratiche e sfide formative tra tecnologia e consapevolezza (la voce dei formatori)

Marco Perini

Dipartimento di Scienze Umane, Università degli studi di Verona – marco.perini@univr.it
<https://orcid.org/0000-0001-8066-2917>

ABSTRACT

Given the influence that the Industry 4.0 phenomenon has on the world of education and training, it is necessary to monitor its evolution in order to enable educational and training institutions to update their curricula and acquire new technologies and training practices to support teaching activities. Through the collection and analysis of the testimonies of a group of 21 Italian continuing education trainers, an attempt was made to frame and understand the direct and indirect effects of Industry 4.0 on Italian training processes, methods, and training contexts in order to return a set of useful information for both the world of vocational training and the world of generalist education, as it too is called upon to confront this phenomenon. The information that emerged may be useful for recalibrating and localising educational training models oriented towards digitalisation and technological innovation.

Data l'influenza che il fenomeno Industria 4.0 sta avendo sul mondo della scuola e della formazione, è necessario monitorare il suo evolversi al fine di consentire alle istituzioni educative e formative di aggiornare i curriculum e di acquisire nuove tecnologie e prassi formative a supporto delle attività didattiche. Attraverso la raccolta e l'analisi delle testimonianze di un gruppo di 21 formatori della formazione continua italiana, si è tentato di inquadrare e comprendere gli effetti diretti e indiretti dell'Industria 4.0 sui processi formativi, sui metodi, e sui contesti formativi italiani al fine di restituire un set di informazioni utili sia per il mondo della formazione professionale che per il mondo della scuola generalista, in quanto chiamato anch'esso a confrontarsi con questo fenomeno. Le informazioni emerse possono essere utili per ritrarre e localizzare i modelli formativi educativi orientati alla digitalizzazione e all'innovazione tecnologica.

KEYWORDS

Continuous training, Industry 4.0, Educational Technologies, Trainers Competencies, Training Practices
Formazione Continua, Industria 4.0, Tecnologie Educative, Competenze dei Formatori, Pratiche Formative

ACKNOWLEDGMENTS

Questo lavoro è stato finanziato dal fondo interprofessionale Fondimpresa attraverso il progetto Leading Progress.

CONFLICTS OF INTEREST

L'Autore dichiara che non sussistono conflitti d'interesse.

1. Introduzione

I processi di digitalizzazione e di innovazione etichettati come Industria 4.0 (I4.0) che negli ultimi anni stanno caratterizzando sia il settore produttivo che quello dei servizi hanno portato e continuano a portare cambiamenti anche in ambito educativo e formativo. Anche in conseguenza di questo fenomeno, nuove tematiche come la digitalizzazione, l'educazione 4.0 etc. sono entrate a far parte dell'offerta formativa rivolta ai docenti sia della formazione professionale che della scuola generalista, che si ritrovano a dover coniugare una rivoluzione tecnologica con l'esigenza di insegnare ad essere ed insegnare ad apprendere (Della Valle, 2022). Ma che cos'è l'I4.0? La letteratura accademica di ambito economico e ingegneristico definisce l'I4.0 come un'esponenziale e globale trasformazione degli assetti lavorativi alla luce della digitalizzazione del lavoro attraverso l'impiego di particolari categorie di tecnologie quali *Internet of Things*, *Information and Communication Technologies*, *cloud computing*, *big data analysis* e Intelligenza artificiale (Liao et al., 2017). Tuttavia, data la forte influenza che questa ha avuto anche al di fuori del settore produttivo, sarebbe riduttivo rimanere incastrati in questa definizione tecnica. Inoltre, essendo questo processo di cambiamento ancora in corso, mutevole, è difficile sia definirlo in modo stabile, sia prevederne con precisione gli sviluppi. Data l'influenza che questo fenomeno ha anche nel mondo della scuola e della formazione, si ritiene utile monitorare il suo evolversi, in quanto le istituzioni educative e formative, da un lato sono chiamate ad aggiornare i curriculum, dall'altro possono acquisire nuove tecnologie e prassi formative a supporto delle attività didattiche. I settori della formazione professionale iniziale, ma ancor di più quello della formazione continua sul lavoro sono quelli più a contatto con questi cambiamenti, in quanto si trovano ad interfacciarsi direttamente con il settore produttivo, dove si trova il cuore dell'I4.0. Di conseguenza, molti formatori sono coinvolti attivamente in questa rivoluzione, in quanto sono tenuti a sviluppare nuove competenze per poter rispondere alle esigenze delle aziende e del mercato, progettando ed erogando servizi formativi che consentano ai lavoratori di operare nel contesto I4.0. Come emerso dalla rassegna della letteratura di Perini et al. (2022), diversi studi si sono già occupati di indagare quali sono le categorie di competenze chiave di cui i lavoratori necessitano per poter far fronte alle nuove richieste del mercato del lavoro, analizzando però solo superficialmente l'evoluzione delle pratiche formative. Anche in ambito prettamente nazionale, lo studio empirico di Tommasi et al. (2022), che ha raccolto le testimonianze di un gruppo di stakeholder della formazione, si è concentrato sulle competenze dei lavoratori, senza approfondire quali pratiche didattiche e strategie vengono messe in atto dai formatori. Lo scopo di questo contributo è dunque quello di meglio inquadrare e comprendere l'insieme delle conseguenze dirette e indirette

del fenomeno I4.0 sui processi formativi, sui metodi di formazione e sui contesti formativi italiani attraverso la raccolta e l'analisi delle testimonianze dei formatori, al fine di restituire saperi potenzialmente utili per il mondo della formazione professionale, sia iniziale che continua, e per il mondo della scuola generalista, in quanto chiamato anch'esso a confrontarsi con questo fenomeno.

2. Metodologia

Come già accennato nella sezione introduttiva, il presente lavoro di ricerca si pone come obiettivo quello di esplorare il fenomeno I4.0 in Italia analizzando le pratiche formative messe in atto dai formatori nell'ambito della formazione continua. Al fine di orientare la raccolta e l'analisi dei dati sono state formalizzate le seguenti domande di ricerca:

- Come si sta evolvendo il contesto della formazione continua italiana per far fronte al fenomeno I4.0?
- Quali sono le strategie didattiche e le modalità formative che più si adattano a questo nuovo contesto?
- Come vengono impiegate e che ruolo assumono le tecnologie?
- Di quali competenze necessitano i formatori per far fronte alle sfide poste dall'I4.0?

La raccolta e l'analisi dei dati sono state svolte seguendo le linee guida indicate dalla Grounded Theory (Charmaz, 2006; Glaser et al., 1968). Tale scelta è dovuta ai fini esplorativi di questo studio e all'esigenza di restituire in modo articolato ed aderente alle testimonianze il fenomeno oggetto d'indagine, senza tralasciare elementi inattesi. Inoltre, l'approccio Grounded è già stato utilizzato in diverse ricerche con simili finalità (Perini & Pentassuglia, 2018; Tacconi et al., 2019; Tommasi et al., 2022). Le sezioni a seguire riportano gli strumenti e le procedure impiegate per raccogliere e analizzare i dati.

2.1 I partecipanti

La raccolta dati ha coinvolto $n=21$ formatori che operano su territorio italiano. Il campionamento è stato effettuato seguendo il metodo *snowball* sampling, chiedendo i contatti a diversi enti ed agenzie di formazione che operano su suolo nazionale. Come riportato nella tabella 1, gli intervistati svolgono diverse tipologie di attività formative in diversi settori, come dipendenti o come liberi professionisti. Stando a quanto dichiarato, la loro esperienza lavorativa media nell'ambito della formazione è di 15 anni circa (Min=3; Max=35, DS=8,96). Per garantire la riservatezza, i nomi degli intervistati e delle organizzazioni di appartenenza sono stati rimossi. Ad ogni intervistato è stato attribuito un codice univoco, riportato nella prima colonna della tabella 1.

Codice intervistato	Anni esperienza	Status professionale	Attività formative svolte
INT01	31	Libera/o professionista	Corsi di formazioni legati all'innovazione nel campo dell'industria chimica e dei materiali
INT02a	16	Dipendente	Formazione Software
INT02b	10	Dipendente	Formazione Software
INT02c	21	Titolare d'azienda	Formazione Software
INT03	25	Libera/o professionista	Competenze soft, trasversali e manageriali
INT04	20	Libera/o professionista	Soft skills, sicurezza nell'ambito legato alla comunicazione del rischio, vendita o gestione del rapporto col cliente
INT05	8	Libera/o professionista	Marketing, comunicazione d'azienda
INT06	18	Dipendente	Economia e finanza, gestione d'impresa
INT07	16	Dipendente	Coaching (vendite, comunicazione etc.)
INT08	4	Libera/o professionista	Ambito commerciale, innovazione del prodotto
INT09	12	Libero professionista	Gestione aziendale
INT10	14	Dipendente	Competenze trasversali e Gestione economico finanziaria
INT11	20	Libero professionista	Team building, comunicazione, leadership
INT12	35	Dipendente	Leadership, team building, sviluppo personale
INT13	6	Dipendente	Team building, comunicazione, leadership
INT14	25	Libero professionista	Consulenza, formazione, selezione del personale, analisi organizzative e orientamento scolastico e professionale
INT15	3	Libero professionista	E-learning, social collaboration e comunicazione digitale
INT16	10	Libero professionista	Formazione Intelligenza artificiale
INT17	15	Libero professionista	Progettazione formativa
INT18	5	Libero professionista	Formazione Intelligenza artificiale
INT19	5	Libero professionista	Gestione personale

Tabella 1. Anagrafica professionale dei partecipanti.

2.2 La Raccolta dati

La raccolta dati è stata effettuata tramite interviste semi-strutturate: 18 delle 21 persone coinvolte sono state intervistate singolarmente, mentre 3 sono state intervistate in gruppo. Tale soluzione è stata adottata per venire incontro alle esigenze logistiche ed organizzative dei partecipanti. I colloqui sono stati condotti utilizzando il metodo dell'intervista narrativa focalizzata (Sità, 2012; Tacconi, 2011), al fine di poter mantenere il focus sull'oggetto di ricerca, senza essere vincolati a una rigida struttura di domande e lasciando spazio al racconto di episodi e situazioni concrete. Seguendo i principi della Grounded Theory, la traccia di riferimento di partenza, riportata in tabella 2, è stata ricalibrata dopo ogni intervista sulla base del suo andamento, con l'obiettivo di meglio investigare le prospettive e le esperienze riportate dai soggetti coinvolti (Charmaz, 2006). Poiché che la raccolta dati è stata effettuata durante un picco pandemico, tutti i colloqui sono avvenuti per via telematica (Zoom).

Traccia intervista
<ul style="list-style-type: none">• Raccolta informazioni generali sull'attività professionale dell'intervistato/a• È venuto a contatto con qualche realtà particolarmente inserita nel 4.0? me la può descrivere? Come sono stati caratterizzati gli interventi formativi in quei casi?• Stando alla sua esperienza, la formazione è cambiata con il fenomeno I4.0? [modalità formative, strumenti, numero persone etc.]• Le nuove tecnologie introdotte dall'I4.0, oltre ad aver portato nuovi temi su cui formare i lavoratori, hanno anche dotato i formatori di nuovi strumenti? Se sì, quali usate?• Secondo lei quali sono le strategie didattiche e modalità trasmissive che più si adattano a questo nuovo contesto?• Ha partecipato a qualche corso di aggiornamento per rimanere al passo con i tempi?• Di quali nuove competenze ha bisogno un formatore per fare formazione nel contesto 4.0?• È mai venut* a contatto con qualche tecnologia tipica dell'Industria 4.0 come cloud systems, realtà aumentata, <i>internet of things</i>, workflow digitali o intelligenza artificiale? Se sì, come hanno influito o che ruolo hanno avuto nei processi formativi?

Tabella 2. Traccia intervista.

Ogni intervista è stata preceduta da un breve colloquio informale nel quale è stato presentato il progetto di ricerca ed è stato specificato il significato di alcuni termini e concetti chiave, ad es. I4.0, cloud system, intelligenza artificiale etc., basandosi sulla letteratura di riferimento (Liao et al., 2017).

2.3 L'analisi dei dati

Tutte le interviste sono state audio-registrate e poi trascritte fedelmente. Per facilitare l'analisi e consentire la tracciabilità retroattiva degli estratti e garantire l'anonimato dei partecipanti si è scelto di attribuire un codice univoco ad ogni intervistato ed un codice progressivo a ogni turno di parola, in modo da rendere ogni estratto riconducibile al parlante e al contesto in cui è avvenuta l'interazione. Ad esempio, il codice [INT04/03] sta ad indicare che il parlato, a cui è stato associato è stato raccolto dall'intervistato con codice INT04 nel terzo turno di parola [/03]. Il testo è stato anche pulito al fine di agevolare sia il processo di analisi che l'elaborazione dei report, togliendo ripetizioni o espressioni proprie del parlato, le ridondanze e qualche frase relativa, indicando il taglio con il segno [...]. Inoltre,

sono state aggiunte tra parentesi quadre verbi mancanti o particelle necessarie alla comprensione. Come già indicato, per l'analisi dei dati è stato fatto riferimento alle linee guida proposte da Charmaz (2006) per la Grounded Theory. Questa procedura ha consentito di far emergere un set di informazioni raggruppate per categorie e sottocategorie che sistematizza i contributi portati dagli intervistati rispetto all'oggetto di ricerca. L'uso dei codici ha permesso il ritorno ricorsivo sui testi originali delle interviste, consentendo di estrapolare un set di informazioni ancorato ai dati da cui è stato generato, valido per i partecipanti che hanno preso parte alla ricerca e che può essere utile in contesti simili. L'analisi è stata potenziata dall'impiego di un software per l'analisi qualitativa (Nvivo).

3. Il contesto della formazione 4.0: le categorie emerse

Dall'analisi delle interviste sono emerse 5 macrocategorie di informazioni attraverso cui è possibile disegnare una mappa provvisoria del contesto formazione 4.0 in Italia secondo le testimonianze dei partecipanti, nello specifico: 1) le principali caratteristiche del fenomeno I4.0; 2) i fabbisogni formativi delle aziende; 3) le pratiche formative messe in atto; 4) le tecnologie nei processi formativi; 5) le competenze dei formatori. Nelle sezioni seguenti viene riportato, commentato e messo a confronto con la letteratura un condensato dei dati emersi per ciascuna delle suddette categorie assieme ad una selezione di citazioni dirette delle interviste al fine di dar voce ai formatori che hanno condiviso le loro esperienze mettendosi a disposizione per questa ricerca. Dato lo spazio limitato del presente contributo, i richiami alla letteratura non riescono a coprire tutti gli elementi emersi dall'analisi; pertanto, non hanno il fine di essere esaustivi, ma quello di sottolineare la rilevanza di alcuni temi emersi. Si ritiene inoltre opportuno puntualizzare che le categorizzazioni riportate nelle tabelle di sintesi sono state generate rimanendo fedeli ai termini utilizzati dagli intervistati.

3.1 Il fenomeno Industria 4.0 dal punto di vista dei formatori

Al fine di comprendere quali sono le caratteristiche del contesto della formazione continua in Italia rispetto alla quarta rivoluzione industriale, si è ritenuto utile raccogliere informazioni sulla diffusione e sulle caratteristiche delle realtà aziendali che possiamo ascrivere alla definizione di I4.0. A tal proposito, l'analisi dei dati mostra che n=12 partecipanti sono entrati in contatto diretto con aziende riconducibili al fenomeno I4.0 e n=4 partecipanti sono stati direttamente coinvolti in progetti di I4.0, mentre il resto del gruppo (n=5) non ha mai lavorato con le aziende attivamente coinvolte in questo fenomeno. La maggior parte delle testimonianze mettono comunque in luce la pervasività del fenomeno, la varietà settoriale delle aziende che ne stanno prendendo parte e la sua ampia diffusione all'interno dei diversi reparti aziendali. Ad esempio:

«[è una] rubinetteria di alta gamma ed esporta fundamentalmente nei paesi arabi. Fanno uso di una robotica molto avanzata, nel senso che loro hanno dei robot che gestiscono tutta la produzione, sono tutti interconnessi tra di loro, sono veramente all'avanguardia da questo punto di vista.[...] hanno tutta la parte produttiva molto avanzata, hanno tutti dei robot interconnessi tra di loro che gestiscono la produzione, che gestiscono il magazzino, hanno dei software che controllano [...] in caso di problemi, anche il controllo qualità

è gestito dai software, per cui se ci sono dei pezzi che non sono conformi lo rilevano, l'intervento umano è molto ridotto» [INT2a/5].

«Un'azienda che mi ha colpito con cui ho lavorato è il gruppo X [azienda alimentare]. Con loro ho avuto la percezione a livello di uffici di un'azienda abbastanza smart, devo dire che anche i manager sono molto giovani. [...] I manager sono stati scelti probabilmente non solo per le loro capacità e il loro talento ma anche per la loro predisposizione a questo aspetto della tecnologia, di processi orientati all'essere snelliti etc. Per cui diciamo che io l'ho percepita come un'azienda 4.0 già solo per il layout degli uffici, per cui ho avuto questa percezione per cui il layout è orientato al lavoro di gruppo, c'è un'attenzione al benessere delle persone» [INT3/9].

«Non c'è ancora una piena consapevolezza da parte delle aziende che questo tipo di trasformazione faccia parte di questo mega processo di impresa 4.0. Se ne sente già l'esigenza ci sono già le prime applicazioni anche nelle PMI [Picole Medie Imprese], direi quasi su una spinta davvero inconsapevole» [INT2c/10].

Stando a quanto rilevato, in molti casi le organizzazioni stanno prendendo parte al fenomeno I4.0 in modo inconsapevole, innovando i processi e cambiando la loro forma, in particolare nelle PMI, dove le piccole-medie dimensioni rendono più agile il cambiamento. Nonostante la maggior parte dei formatori abbia dichiarato di aver avuto contatto diretto o di essere a conoscenza del fenomeno I4.0, come già riportato, una piccola minoranza non vi è mai venuta a contatto, tantomeno con i termini ad esso legati:

«Come termine [I4.0] l'ho già sentito, però io associarlo a una delle aziende con cui ho lavorato non credo di averle conosciute» [INT/12].

Emerge dunque che il mondo della formazione continua italiana è già a contatto diretto e sta già interagendo con il fenomeno I4.0, anche se alcuni formatori non lo hanno ancora avuto nel contesto formativo in cui si trovano ad operare. La rallentata diffusione delle imprese 4.0 rilevata dall'analisi viene confermata anche dai dati riportati dalle testate web specializzate (Balocco, 2022; Potti, 2021), le quali confermano che l'I4.0 è in espansione, ma fatica a decollare tanto in Italia quanto, anche se con minori difficoltà, in Europa nonostante il pressing delle politiche europee e nazionali.

3.2 I fabbisogni formativi delle aziende

La rilevazione attenta dei fabbisogni delle organizzazioni risulta essere un passaggio sempre più importante per la progettazione della formazione continua. In questa fase il formatore assume spesso il ruolo di consulente, in quanto «*il committente ti chiede delle cose ma non sa neanche bene lui di che cosa ha bisogno*» [INT3/12]. Di conseguenza, sembrano essere sempre più rare le offerte formative a catalogo rivolte alle aziende, in quanto «*La formazione deve essere cucita sulle loro esigenze*» [INT3/12]. La tabella riassuntiva a seguire (tabella 3) riporta la categorizzazione dei feedback dati dai partecipanti riguardo ai fabbisogni formativi delle aziende da questi rilevati nel periodo corrente.

I fabbisogni formativi, le richieste delle aziende	
Usare e gestire le nuove tecnologie	<ul style="list-style-type: none"> • Approfondire le tematiche relative all'utilizzo del web per il processo di acquisizione e fidelizzazione dei clienti • Sfruttare le tecnologie per migliorare i processi • Gestire le nuove tecnologie in ottica di circolarità delle informazioni • Interconnettere i sistemi dove non c'è di mezzo l'uomo ma ci sono i macchinari e i software che comunicano – Machine to Machine (M2M) • Lavorare sulla logica di funzionamento delle nuove tecnologie invece che sulle mere funzionalità • Impiegare i mezzi di comunicazione social, come LinkedIn
Lavorare sulle competenze trasversali per usare le nuove tecnologie	<ul style="list-style-type: none"> • Sviluppare tanto la comprensione, quanto il tipo di competenze richieste da uno specifico ruolo • Rafforzare le competenze più soft • Mettere in evidenza come la tecnologia non possa sostituire la relazione • Gestire i conflitti • Come gestire in modo efficace l'e-mail per comunicare con successo, ovvero la netiquette • Formazione comportamentale verso le nuove tecnologie • Lavorare sui processi di comunicazione e collaborazione • Promuovere la fiducia reciproca all'interno delle organizzazioni • Gestire il cambiamento interiore • Sviluppare competenze di e-leadership
Ampliare le competenze economico-finanziarie	
Sicurezza del lavoratore	

Tabella 3. I fabbisogni formativi.

Stando ai risultati dell'analisi si può notare che i fabbisogni formativi delle aziende si concentrano maggiormente attorno a due grandi nuclei: le competenze tecniche e le competenze trasversali. Mentre le prime sono ritenute fondamentali da diversi formatori, dandole talvolta quasi per scontate, molti intervistati si soffermano sull'importanza delle competenze trasversali, in quanto sempre più richieste dalle aziende. Queste, sembrano essere altrettanto indispensabili per promuovere quel cambiamento culturale necessario anche per lo sviluppo delle competenze tecniche stesse. Seguono alcuni estratti che sottolineano efficacemente questo elemento:

«Ancora di più oggi questa cosa del cambiamento interiore delle persone, del lavorare in azienda con altre modalità, di essere disponibile al cambiamento e di non essere arroccata all'esperienza, quindi scardinare tutto il mondo dell'esperienza va bene, ma se sei solo sull'esperienza l'effetto boomerang è incredibile. Invece devi ampliare, quindi cambiare le convinzioni e soprattutto accettarle queste cose... e questo è un altro film e un'altra area sulla quale si lavora molto oggi e che viene richiesta tanto all'interno delle aziende» [INT7/8].

«Abbiamo esempi di aziende che magari hanno dovuto trasferire la sede in altri siti e hanno dovuto innovare i macchinari, magari hanno dismesso i vecchi macchinari e comprati di nuovi con la tecnologia più avanzata, e quindi li abbiamo supportati un po' non solo nella parte di logistica, ma soprattutto nella parte di formazione comportamentale, cioè le persone che si dovevano approcciare a queste nuove tecnologie, agli automatismi, dovevano abbattere delle barriere, dei mindset che a volte noi ci poniamo automaticamente

di fronte al fatto di dover utilizzare delle nuove strutture, delle nuove tecnologie. E quindi, sì, abbiamo attivato delle parti di formazione soprattutto per cambiare un po' il mindset delle persone» [INT10/7].

Questi esempi, che mettono in evidenza la richiesta da parte delle aziende di interventi formativi articolati, personalizzati e che puntino ad un cambiamento culturale piuttosto che ad un mero upgrade di competenze, restituiscono efficacemente la complessità e la dimensione del fenomeno in corso, fenomeno in cui la formazione continua viene ad assumere un ruolo chiave a fianco dell'innovazione tecnologica. La complementarità delle competenze tecniche e delle competenze trasversali viene messa in evidenza anche nei contributi di Avis (2018) e Sangmeister et al. (2018), secondo cui la digitalizzazione del lavoro necessita ancora di processi umani non sostituibili, come la creatività e la capacità di risolvere problemi. Anche secondo Moldovan (2019), è opportuno promuovere competenze che diano la possibilità agli individui di reagire ai cambiamenti in atto e di gestirli, anche attraverso lo sviluppo di competenze emotive e di attribuzione di significato sui piani di lavoro individuale e professionale, contestuale ed organizzativo. Allo stesso modo, Pfeiffer (2018) sostiene che la formazione assume il ruolo di facilitatore dei processi di soggettivazione del lavoro, facilitando la strutturazione di un'identità lavorativa a partire dalle caratteristiche delle nuove mansioni.

3.3 Le pratiche formative

Le pratiche formative messe in atto dagli intervistati nel contesto I4.0, che comprendono approcci, metodi e strategie impiegate dai formatori per condurre gli interventi formativi, sono stati categorizzati e riassunti nella tabella 4.

Pratiche formative	
Formazione esperienziale	<ul style="list-style-type: none"> • Learning by doing • Attività di tutoraggio • Coaching • Aula ribaltata • Training on the job • Formazione outdoor • Serious games • Gamification • Game-based learning • Spiegare come funziona la tecnologia utilizzando la tecnologia • Coinvolgere figure interne alle aziende per fare formazione ai colleghi
Attività collaborative	Attività di apprendimento di gruppo Sfide tra gruppi, per aumentare sia i livelli di apprendimento che l'engagement dell'aula
Attività d'aula classica (lezione frontale)	
Personalizzazione degli interventi formativi	
Formazione 1 to 1	
Formazione short, pillole formative	

Tabella 4. Pratiche formative.

Come si può intuire dalla lettura dell'elenco riportato nella tabella 4, stando a quanto riportato dai formatori è molto frequente, anche a fronte di un'esplicita richiesta da parte dei committenti, l'impiego di metodi formativi che fanno leva sull'esperienza. Infatti, molti dei metodi e delle strategie formative nominate sono riconducibili in modo più o meno diretto ad un approccio esperienziale alla formazione. Questa tendenza viene messa in luce in più occasioni, ad esempio:

«Sicuramente quello che ho notato è che se fino al 2010 si preferiva ancora la modalità di formazione tradizionale, gradualmente sempre più in maniera presente ci è stata richiesta una formazione che fosse non solo personalizzabile, ma sicuramente esperienziale, soprattutto su tematiche che sono quelle che tratto io che non sono sempre il massimo della semplicità o del divertimento.» [INT6/6].

«Sempre più [ci viene richiesto di] partire non dal concetto teorico, ma da progetti, Project work da fare insieme all'aula ... poi eventualmente somministrare alcuni concetti teorici in itinere, dopo che le persone si erano già confrontate con la sfida e con il problema. Ho cercato di portare elementi di gamification all'interno dei corsi, ho testato quella che viene chiamata l'aula ribaltata, dove è il partecipante che spiega la parte dei concetti al resto dell'aula.» [INT5/15].

«Dal punto di vista delle metodologie, quello che noto è che, senza andare troppo a disquisire tra quello che è il training on the job, che cos'è l'affiancamento, che cos'è il coaching [...] queste diventano preponderanti rispetto a tutto il resto.» [INT2c/14].

La propensione agli approcci formativi esperienziali rilevata nel contesto formativo dell'I4.0 è ampiamente documentato anche in letteratura. Un buon esempio si può trovare nel framework metodologico della *learning factory* che, in estrema sintesi, consiste in un ambiente di apprendimento mutevole somigliante ad una vera catena del valore, caratterizzato da processi autentici, comprensivi di aspetti tecnici e organizzativi, dove uno o più prodotti sono in corso di creazione e che prevede modalità didattiche che comprendono l'apprendimento formale, informale e non formale. Per un approfondimento sul tema si rimanda alla revisione della letteratura di Abele et al. (2017). Oltre all'esempio della *learning factory* si possono trovare molti studi attraverso i quali sono state testate con successo particolari tecnologie dell'I4.0 a supporto delle pratiche formative di stampo esperienziale nominate dagli intervistati. Ad esempio, Roldán et al. (2019) e Abidi et al. (2019) hanno proposto dei software a supporto del *learning by doing*, che attraverso la realtà virtuale e il *process mining* sono in grado di registrare le azioni degli utenti esperti, mettendo poi le informazioni raccolte a disposizione degli utenti novizi, i quali, sempre attraverso il supporto della realtà virtuale, possono imparare vedendo e facendo. Anche l'apprendimento collaborativo, altra categoria di pratiche formative emersa, è l'elemento su cui fanno perno framework metodologici pensati per la I4.0 che fanno uso spinto della tecnologia. Koren & Klamka (2018), ad esempio, hanno proposto uno strumento per il *Visual learning analytics* che incorpora la possibilità di far collaborare in tempo reale gli operatori con gli stakeholders e gli esperti, dando loro la possibilità di contribuire alla generazione dei report visuali, innescando allo stesso tempo processi di apprendimento collaborativo. Però, se da un lato si registra l'aumento di richiesta di una formazione che fa uso di un approccio esperienziale, dall'altro si rileva anche una fetta di pratiche formative che, anche grazie alla digitalizzazione, prevedono la somministrazione di micro-contenuti a distanza o in presenza:

«La formazione oggi è diventata quasi come la digitalizzazione che ha velocizzato i processi, ha velocizzato le cose. Anche la formazione è vista sempre di più come qualcosa di veloce, di rapido, che può essere fatta sia a distanza che in presenza, ma con forme short» [INT7/7].

Tuttavia, secondo alcuni intervistati, è necessario “accompagnare il cliente, non dare il concetto teorico e basta, ma accompagnarlo e mettersi alla prova nel provare a cambiare i propri processi e a portare innovazione all’interno del suo contesto a valle di quella che è la lezione teorica.” [INT9/13]. A tal fine, questi due aspetti, l’approccio esperienziale e l’approccio short alla formazione, non devono essere trattati in modo disgiunto, ma possono essere integrati, anche grazie al supporto della tecnologia e dell’innovazione didattica, al fine di potenziare le attività formative:

«Le modalità innovative possono essere la piattaforma dove si vanno a inserire le pillole formative in e-learning o il tool che permette di fare la lavagna e su cui attaccare i post-it virtuali, il canvas... cioè, modalità diverse. Poi l’innovazione può essere nei contenuti, ma soprattutto l’innovazione è nella formazione e, da qualche anno, [...] nella modalità di trasferimento. Cioè non solo in presenza, con strumenti che possono essere utilizzati in presenza, attraverso business game, serious play [...], ma anche attraverso tutta una serie di modalità che possono avvenire non in presenza, ma a distanza» [INT10/9].

Anche le metodologie formative miste sono oggetto di interesse in diversi contributi che si occupano di I4.0, come ad esempio quello di Azevedo & Almeida (2021), che propone percorso formativo innovativo sulle nuove tecnologie indirizzato ai *decision-makers* delle PMI che prevede sia la somministrazione diretta di contenuti, attraverso video, lezioni e documenti, sia metodologie a sostegno dell’apprendimento attivo, supportato da quiz e confronto con esperti. È infine interessante notare, che nonostante la spinta innovativa in ambito formativo di cui hanno dato testimonianza diversi formatori coinvolti nella ricerca, tra cui quelli sopra citati, alcuni intervistati sottolineano che il setting dell’aula continua ad essere ampiamente utilizzato, in quanto nonostante «l’aula classica oggi [sia] sempre meno richiesta» [INT7/7], «alcune metodologie richiedono necessariamente la formazione in presenza» [INT10/8].

3.4 Le tecnologie 4.0 nei processi formativi

Per quanto riguarda i mezzi tecnologici utilizzati a supporto dei processi di apprendimento, molti degli intervistati hanno nominato diversi strumenti e servizi informatici che sono divenuti di uso comune durante la pandemia COVID19, tra cui Zoom e Adobe Connect (software per la videoconferenza), Google G-suite (servizio che offre molte funzioni, tra cui videoconferenza, editor di testo, foglio di calcolo, creazione di presentazioni e condivisione cloud) e piattaforme e-learning. Particolarmente interessante è stato rilevare l’uso dei gruppi WhatsApp (piattaforma di messaggistica generalmente impiegata per comunicazioni private) a supporto della condivisione e del training on the job:

«Ci sono proprio dei gruppi di lavoro che al di là delle mail si fanno il gruppo di lavoro su WhatsApp perché è molto rapido... magari non per mandare proprio dei documenti, ma per avere risposte rapide visto che la tempestività e

la velocità è un elemento che... io faccio anche percorsi sulla gestione del tempo... però continua ad essere un elemento cruciale che non riescono tanto a gestire in azienda... le famose priorità etc.» [INT3/13].

Per quanto riguarda invece i gruppi di tecnologie più caratteristici dell'I4.0, meno della metà degli intervistati ha utilizzato o ha visto utilizzare a supporto della formazione sistemi di pianificazione digitale (n=8), sistemi cloud (n=8) e realtà virtuale (n=9), mentre solo quattro hanno dichiarato di avere incrociato le IoT o l'intelligenza artificiale in ambito formativo. Nonostante il numero di casi rilevati in cui vengono impiegate tecnologie 4.0 non sia particolarmente alto, tra questi si possono trovare esempi interessanti e all'avanguardia che, però, vanno a scontrarsi con i costi ancora troppo alti:

«Abbiamo una società [...] che si occupa di sviluppo software e e-learning, quindi di piattaforme per la formazione a distanza, e avevamo, circa tra anni fa, avevamo proposto delle soluzioni, di utilizzare la realtà virtuale per la formazione in azienda soprattutto sul discorso della simulazione delle situazioni di pericolo nell'ambito della sicurezza e avevamo sviluppato sotto input dell'area commerciale alcuni scenari che potevano essere interessanti per proporla alla gente che però doveva avere un budget abbastanza strutturato, perché lì voleva dire comprare una tecnologia che comunque ancora oggi non è così a buon mercato, anche se lo sta diventando. [...] Abbiamo proposto alcune demo, nelle quali c'era la persona che entrava in un capannone c'era lo scoppio di un incendio, si doveva scegliere quale estintore utilizzare. Quindi l'abbiamo utilizzata internamente» [INT6/8].

L'efficacia della tecnologia della realtà virtuale e delle sue molteplici derivazioni a supporto dei processi di apprendimento è stata studiata in modo approfondito sia attraverso studi empirici, tra cui quelli precedentemente citati (Abidi et al., 2019; Roldán et al., 2019), che attraverso diverse meta-analisi hanno messo in evidenza, seppur con le dovute differenze a seconda dei contesti educativi/formativi, l'effetto positivo di queste tecnologie sui risultati di apprendimento (Coban et al., 2022).

3.5 Quali competenze per i formatori 4.0?

L'insieme dei metodi e degli strumenti formativi impiegati dai formatori e le loro caratteristiche delineano un panorama complesso, che richiede agli operatori della formazione un costante aggiornamento a prescindere dal settore in cui operano. Come riportato nella tabella di sintesi (tabella 5), dall'analisi delle interviste emerge che le categorie di competenze e conoscenze ritenute necessarie per poter svolgere attività formative nel contesto I4.0 sono raggruppabili in due nuclei principali, o macrocategorie: le competenze tecniche e le competenze trasversali.

Competenze dei formatori I4.0	
Competenze e conoscenze tecniche	<ul style="list-style-type: none"> • Possedere elevate competenze tecniche • Saper fare da mediatore tra tecnologia complessa e formandi • Saper utilizzare i nuovi strumenti • Restare al passo con l'innovazione tecnologica
Competenze trasversali	<ul style="list-style-type: none"> • Saper utilizzare metodologie per riflettere, per scoprire, per conoscere, per applicare • Competenze di instructional design • Competenze digitali (digitalizzazione informatica) • Conoscere e comprendere i fenomeni di cambiamento in corso e tutti gli aspetti che sono collegati • Intendere e gestire la formazione come un processo sociale che genera valore • Saper tener conto della parte emotiva delle persone.

Tabella 5. Le competenze dei formatori 4.0.

Secondo la testimonianza di INT02c, questa distinzione tra competenze tecniche e trasversali si può ritrovare anche nei profili professionali dei formatori, in quanto, secondo la sua visione, la figura del formatore è fortemente cambiata negli ultimi anni. Stando a quanto riferito, si possono distinguere due profili: i formatori tecnici, che devono essere in grado di mediare tra tecnologia complessa e formandi, e i formatori trasversali, esperti di processi e di soft skills:

«I docenti sono cambiati praticamente tutti [...] sono del tutto figure nuove, [...] strettamente legate alle tecnologie ovviamente, quindi meno definite, ma sono o figure che sono spesso non dei puri sviluppatori di software, perché lo sviluppatore è spesso molto formato per sviluppare e poco per trasferire, lo sviluppatore di solito crea delle applicazioni che non sono poi di suo utilizzo, anzi, poi non le utilizza mai... è un mediatore di fatto. Quelli che però sono più analisti, con maggiore esperienza diventano dei formatori abbastanza ideali perché sanno [fare questo]. Poi ci sono un segmento di formatori un po' più trasversali, che sono proprio quelli sui processi [...]. Sono di aiuto e di complemento alle trasformazioni che ci sono in azienda che a volte sono anche proprio non così facili. [questi] vanno un po' in profondità e vanno quindi a toccare ruoli all'interno delle strutture aziendali. Dal punto di vista dei docenti è cambiato il mondo... progressivamente è cambiato tutto» [INT2c/14].

Questa suddivisione però non è sovrapponibile alla categorizzazione emersa (tabella 5), in quanto le competenze elencate, anche se in misura diversa a seconda del profilo, dovrebbero essere bagaglio di ogni formatore. Ciò si può riscontrare in diverse testimonianze, tra cui, ad esempio, quella di INT13, che sottolinea l'importanza di tener conto della dimensione emotiva dei formandi, emotività che deve inevitabilmente fare i conti con il cambiamento, conseguenza dall'innovazione tecnologica, ma anche della pandemia COVID19:

«Riprogrammare e ripensare ad un modello di formazione che tenga conto di tutta quella che è la parte emotiva delle persone credo sia fondamentale, proprio perché stiamo vivendo una sorta di lutto globale, abbiamo perso quello che era prima della pandemia e le persone si stanno confrontando con questo, oltre alla collera che può scaturire per l'incapacità magari di utilizzo di alcuni strumenti tecnologici, o la paura di nuovi paradigmi, di non essere all'altezza di utilizzare certi strumenti... insomma... oltre a tutto il di-

scorso sociale territoriale, che consegue a questo e alle varie differenze che ci sono nei contesti» [INT13/13].

Inoltre, tra le competenze trasversali individuale sono presenti anche competenze metodologico-didattiche, fondamentali per ogni tipologia di formatore. A tal proposito, INT15 mette in luce l'importanza di saper concepire e gestire la formazione come un processo, e non come una somministrazione pianificata di contenuti in pillole, modalità incentivata da mezzi di comunicazione digitale come i social network e le piattaforme e-learning:

«La formazione tu la puoi fare a distanza, la puoi fare blended etc., però dall'altro lato danneggia la formazione, sia perché crea degli slogan, quindi diventa anche una sorta di auto amputazione, perché tutti gli strumenti, noi puntiamo ad essere super veloci, puntiamo alle pillole, alle pillole delle pillole... e quindi viene poi svalorizzata un pochino la formazione. Quindi in un certo senso quello che noi andiamo a capire è che la formazione è un processo, quindi deve tenere dentro gli strumenti per ottenere un processo di apprendimento. Non so, quindi gli strumenti, invece di diventare uno strumento della formazione, diventa l'oggetto formativo, quindi diventa una sostituzione» [INT15/9].

Osservando la tabella si può notare che l'alfabetizzazione informatica, (termine che viene usato per riferirsi a tutte quelle competenze base che consentono di utilizzare gli strumenti informatici di uso comune) è stata inserita nella categoria delle competenze trasversali. Tale scelta è dovuta al fatto che, secondo molti degli intervistati, queste sono diventate oramai competenze basilari, tanto da non poter più essere inserite nella categoria delle competenze tecniche:

«Le competenze digitali e informatiche dovremmo considerarle competenze trasversali, non specialistiche; non la programmazione però» [INT4/20].

Sia nella categoria delle competenze trasversali che in quella delle competenze tecniche, è emerso il tema dell'aggiornamento costante a cui i formatori sentono l'esigenza di sottoporsi, al fine di restare al passo con l'innovazione tecnologica, ma anche per essere sempre in grado di conoscere e comprendere i fenomeni in corso. In molti casi, le parole degli intervistati esprimono un orientamento intrinseco all'aggiornamento professionale costante, aggiornamento attraverso cui poi evolvono anche le loro pratiche didattiche, il loro modo di fare formazione. Ad esempio:

«Nel mio settore l'aggiornamento è costante, perché sinceramente il marketing online evolve molto rapidamente. [...] lo cerco di aggiornarmi sul metodo di apprendimento. Io faccio tanta formazione su me stesso anche sulle tecniche di apprendimento, sulle modalità per fare formazione in maniera innovativa... quindi ho evoluto il mio modo di fare formazione» [INT5/14].

«Faccio parecchia formazione su di me... poi al nostro interno facciamo spesso delle riunioni, spesso facciamo degli incontri per allinearci» [INT7/13].

Altro aspetto emerso che è opportuno non tralasciare può essere etichettato come "effetto COVID", che comprende tutte le azioni di formazione e auto-formazione intraprese dai partecipanti volte all'uso delle piattaforme per la didattica a distanza soprattutto sincrona, modalità che purtroppo è stata imposta dalla pan-

demia. La categorizzazione qui proposta e gli esempi riportati, per quanto limitati ai dati raccolti, dipingono il contesto formativo come un panorama in forte cambiamento, dove tutti i formatori, a prescindere da quale sia il loro profilo, sono chiamati a sviluppare le loro competenze a 360 gradi, mettendo in risalto la complementarità delle competenze tecniche e trasversali, complementarità necessaria per operare nel panorama dell'I4.0. In letteratura non sono stati trovati modelli di competenze esplicitamente pensati per i formatori della formazione continua che operano nel contesto I4.0 con cui poter mettere a confronto gli elementi emersi dalla presente indagine. Il *DigCompEdu* framework promosso dalla commissione europea (Punie & Redecker, 2018), ad esempio, è pensato per profili più inerenti alla sfera educativa e, inoltre, non tiene conto dell'alto livello di complessità e prossimità tecnologica con cui si trova o si troverà a lavorare un formatore che opera nell'I4.0. Un quadro che si avvicina maggiormente alla figura del formatore è quello proposto da Roll e Ifenthaler (2021), che disegnano e testano un modello di competenze digitali multidisciplinari per insegnanti della formazione professionale in formazione pensato per la I4.0. Questo modello include varie dimensioni quali gli atteggiamenti nei confronti della digitalizzazione e della gestione dei dispositivi digitali, l'alfabetizzazione informatica, l'applicazione degli standard di sicurezza digitale, la collaborazione virtuale, la risoluzione dei problemi digitali nonché la capacità di giudizio riflessivo sulle proprie azioni in un ambiente interconnesso e digitale, tralasciando però le competenze tecniche, relazionali ed emotive finalizzate a ciò che potremmo definire come mediazione culturale tra tecnologie complesse e formandi.

4. Conclusioni

Gli elementi emersi dall'analisi dei dati restituiscono un ritratto del contesto della formazione continua italiana in ambito I4.0. Attraverso questo è possibile meglio comprendere qual è la percezione dei formatori intervistati rispetto a questo fenomeno, quali sono i fabbisogni formativi delle aziende, come i formatori gestiscono i processi formativi e le tecnologie a supporto di questi e quali competenze sono ritenute utili per rispondere alle richieste del mondo del lavoro in continua evoluzione. Tra i vari elementi emersi, si ritiene particolarmente interessante l'insistenza con cui gli intervistati sottolineano l'esigenza di impiegare metodi e strategie didattiche che fanno riferimento ad un approccio esperienziale e *work-based*, quasi a suggerire la possibilità che questa tendenza sia contro-intuitivamente dovuta alla diffusione massiva delle tecnologie. D'altronde, l'uso crescente di determinati strumenti come la realtà virtuale e aumentata rilevato in letteratura è sì dovuto alla volontà di ridurre i costi della formazione nel momento in cui i dispositivi dedicati saranno più accessibili, ma anche al fatto che questi consentono di creare ambienti immersivi e di condividere informazioni in tempo reale, consentendo e/o supportando processi di apprendimento basati sulle attività pratiche. Un altro elemento su cui gli intervistati hanno posto marcatamente l'accento è il peso delle competenze trasversali, sia per quanto riguarda i fabbisogni formativi delle aziende che per le competenze dei formatori. Anche questa tendenza sembra quasi controintuitiva rispetto alla rivoluzione tecno-centrica che stiamo vivendo e che si rispecchia anche nei modelli formativi orientati al sostegno dell'I4.0. Ad esempio, i framework metodologici afferenti alla corrente Education 4.0 – che sostiene l'impiego di tecnologie all'avanguardia a supporto delle attività didattiche, nonché la promozione di competenze e conoscenze, sia dei

docenti che degli studenti, a sostegno della quarta rivoluzione industriale nei vari ordini e gradi educativi e formativi - pongono già l'accento su competenze trasversali e attività *work-based*, mettendo però al centro la tecnologia e i suoi aspetti peculiari oggetto dello specifico intervento formativo. Stando agli elementi emersi da questo studio, potrebbe essere utile riorientare questi modelli in chiave esperienziale al fine di promuovere un cambiamento culturale volto alla consapevolezza del processo di cambiamento in corso e del ruolo che le tecnologie stanno assumendo nel lavoro e nella società, del loro valore, delle loro potenzialità e dei loro limiti.

Riferimenti Bibliografici

- Abele, E., Chryssolouris, G., Sihn, W., Metternich, J., ElMaraghy, H., Seliger, G., Sivard, G., El-Maraghy, W., Hummel, V., Tisch, M., & Seifermann, S. (2017). Learning factories for future oriented research and education in manufacturing. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 66(2), 803–826. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2017.05.005>
- Abidi, M. H., Al-Ahmari, A., Ahmad, A., Ameen, W., & Alkhalefah, H. (2019). Assessment of virtual reality-based manufacturing assembly training system. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 105(9), 3743–3759. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03801-3>
- Avis, J. (2018). Socio-technical imaginary of the fourth industrial revolution and its implications for vocational education and training: a literature review. *Journal of Vocational Education & Training*, 70(3), 1–27. <https://doi.org/10.1080/13636820.2018.1498907>
- Azevedo, A., & Almeida, A. H. (2021). Grasp the challenge of digital transition in smes—a training course geared towards decision-makers. *Education Sciences*, 11(4), 1–20. <https://doi.org/10.3390/educsci11040151>
- Balocco, V. (2022). *Industria 4.0, in Europa aziende ancora ai blocchi di partenza. Costi e tempistiche gli ostacoli sul cammino - CorCom*. Retrieved September 30, 2022, from <https://www.corrierecomunicazioni.it/industria-4-0/industria-4-0-in-europa-aziende-ancora-ai-blocchi-di-partenza-costi-e-tempistiche-gli-ostacoli-sul-cammino/>
- Charmaz, K. (2006). *Constructing Grounded Theory. A Practical Guide Through Qualitative Analysis*. Sage.
- Coban, M., Bolat, Y. I., & Goksu, I. (2022). The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 36, 100452. <https://doi.org/10.1016/j.EDUREV.2022.100452>
- Della Valle, E. (2022). Docenti e formazione: Per un'implementazione sostenibile del digitale. *Formazione & insegnamento*, 20(1), 868–867. https://doi.org/10.7346/fei-XX-01-22_77
- Glaser, B., Strauss, A., & Strutzel, E. (1968). The discovery of Grounded Theory; strategies for qualitative research. *Nursing Research*, 17(4), 364.
- Koren, I., & Klamka, R. (2018). Enabling visual community learning analytics with Internet of Things devices. *Computers in Human Behavior*, 89(February), 385–394. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.036>
- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. de F. R., & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, 55(12), 3609–3629. <https://doi.org/10.1080/00207543-2017.1308576>
- Moldovan, L. (2019). State-of-the-art Analysis on the Knowledge and Skills Gaps on the Topic of Industry 4.0 and the Requirements for Work-based Learning. *Procedia Manufacturing*, 32, 294–301. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.02.217>
- Perini, M., & Pentassuglia, M. (2018). One Step Forward : Advancing Knowledge on Italian VET-Laboratory Instructional Practices. *Trends in Vocational Education and Training Research. Proceedings of the European Conference on Educational Research (ECER), Vocational Education and Training Network (VETNET), September 2015*, 289–296. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1319698>

- Perini, M., Tommasi, F., & Sartori, R. (2022). Quali competenze e quali strategie formative per l'industria 4.0? Lo stato dell'arte. *Qwerty - Open and Interdisciplinary Journal of Technology, Culture and Education*, 17(1). <https://doi.org/10.30557/QW000039>
- Pfeiffer, S. (2018). The "future of employment" on the shop floor: Why production jobs are less susceptible to computerization than assumed. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 5(3), 208–225. <https://doi.org/10.13152/IJRVED.5.3.4>
- Potti, G. (2021). *Industria 4.0, a che punto sono Italia ed Europa: bene le tecnologie ma servono competenze - Agenda Digitale*. Retrieved September 30, 2022, from <https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/industria-4-0-a-che-punto-sono-italia-ed-europa-bene-le-tecnologie-ma-servono-competenze/>
- Punie, Y. (Ed.), & Redecker, C. (2018). *DigCompEdu. Il quadro di riferimento europeo sulle competenze digitali dei docenti* (S. Bocconi, J. Earp, & S. Panesi, It. Trans.). Istituto per le Tecnologie Didattiche, Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-ITD). <https://doi.org/10.17471/54008>
- Roldán, J. J., Crespo, E., Martín-Barrio, A., Peña-Tapia, E., & Barrientos, A. (2019). A training system for Industry 4.0 operators in complex assemblies based on virtual reality and process mining. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 59(July 2018), 305–316. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.05.004>
- Roll, M. J. J., & Ifenthaler, D. (2021). Multidisciplinary digital competencies of pre-service vocational teachers. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40461-021-00112-4>
- Sangmeister, J., Winther, E., Deutscher, V., Bley, S., Kreuzer, C., & Weber, S. (2018). Designing Competence Assessment in VET for a Digital Future. In *Digital Workplace Learning* (pp. 65–92). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-46215-8_5
- Sità, C. (2012). *Indagare l'esperienza. L'intervista fenomenologica nella ricerca educativa*. Carocci editore.
- Tacconi, G. (2011). *La didattica al lavoro. Analisi delle pratiche educative nell'istruzione e formazione professionale*. FrancoAngeli.
- Tacconi, G., Gomez, G. M., & Perini, M. (2019). Pratiche di progettazione didattica e valutazione degli apprendimenti nei CPIA del Veneto. In G. Tacconi & N. Morbioli (Eds.), *Reinventare la Scuola* (p. 217). Erickson.
- Tommasi, F., Perini, M., & Sartori, R. (2022). Multilevel comprehension for labor market inclusion: a qualitative study on experts' perspectives on Industry 4.0 competences. *Education + Training*, 64(2), 177–189. <https://doi.org/10.1108/ET-04-2021-0146>