

Report tecnico

**Competenze creative
e sistemi di raccomandazione**

Massimo Riccaboni
Massimiliano Franceschetti
Sara Landi

Maggio 2021



Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito della Convenzione siglata tra Inapp (Istituto nazionale per l'analisi delle politiche pubbliche) e la Scuola IMT Alti Studi di Lucca e finalizzata allo scambio di esperienze e conoscenze in materia di imprese, competenze, evoluzione dei sistemi e delle metodologie della formazione e tecnologia (con particolare riferimento all'intelligenza artificiale).

Autori del testo: *Massimo Riccaboni* (Scuola IMT); *Massimiliano Franceschetti* (Inapp); *Sara Landi* (Scuola IMT)

Si ringraziano: *Anna D'Arcangelo* (Inapp); *Emmanuele Crispolti* (Inapp); *Fabrizio Giovannini* (Inapp); *Giorgio Gnecco* (Scuola IMT) per i preziosi suggerimenti metodologici e tecnici forniti.

Editing grafico e impaginazione a cura di: *Valentina Orienti*

Testo chiuso a maggio 2021

Pubblicato a maggio 2021

Le opinioni espresse in questo lavoro impegnano la responsabilità degli autori e non necessariamente riflettono la posizione degli Enti di appartenenza.

Alcuni diritti riservati [2021] [INAPP] [Scuola IMT Alti Studi Lucca]

Quest'opera è rilasciata sotto i termini della licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale

Condividi allo stesso modo 4.0. Italia License.

(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)



Abstract

Competenze creative e sistemi di raccomandazione

Il report presenta un percorso di ricerca sviluppato da INAPP e Scuola IMT Alti Studi di Lucca e teso ad analizzare l'importanza delle competenze creative nell'ambito del mercato del lavoro del nostro Paese, anche con l'obiettivo di fornire indicazioni e suggerimenti preziosi agli operatori delle filiere formative per definire eventuali percorsi di aggiornamento.

Il contributo, al fine di misurare l'importanza della creatività come particolare categoria di soft skills, utilizza in via sperimentale una metodologia di analisi basata su tecniche di intelligenza artificiale e condivide una prima serie di riflessioni derivanti dall'applicazione di questo modello ai dati raccolti nell'ambito di indagini campionarie condotte presso imprese e lavoratori.

Parole chiave: professioni, intelligenza artificiale, soft skill

Indice

Introduzione	5
1. Mercato del lavoro, soft skill e creatività.....	7
1.1 Soft skill e scenari di evoluzione delle professioni	7
1.2 Soft skill, fabbisogni e formazione	9
1.3 Soft skill e creatività.....	11
1.4 Soft skill, creatività e imprenditorialità	13
2. Intelligenza artificiale e sistemi di raccomandazione	15
3. Competenze creative e matrix completion	18
4. Descrizione dello studio, elaborazione dei dati, possibili interpretazioni	20
4.1 Significato e valore d'uso della predizione da matrix completion.....	20
5. Conclusioni preliminari e prospettive di analisi	32
Bibliografia	34

Introduzione

Il presente lavoro è frutto della collaborazione scientifica tra Inapp (Istituto nazionale per l'analisi delle politiche pubbliche) e la Scuola IMT Alti Studi di Lucca, sviluppatasi nell'ambito di una convenzione finalizzata allo scambio di esperienze e conoscenze in materia di imprese, competenze, dinamica del mercato del lavoro, evoluzione dei sistemi e delle metodologie della formazione e tecnologia, con particolare riferimento alle potenzialità analitiche dell'intelligenza artificiale.

Inapp e la Scuola IMT hanno deciso di avviare un percorso strutturato di analisi e di ricerca teso ad analizzare - nel contesto dell'attuale dibattito che si sta sviluppando con riferimento ai temi del cambiamento tecnologico, delle soft skill e del futuro delle professioni tecnico-specialistiche - la creatività nell'ambito delle professioni e del mercato del lavoro del nostro Paese. Tra le soft skill la creatività riveste infatti un ruolo di particolare importanza per lo sviluppo delle professioni del futuro, nel contesto della crescente automazione delle attività produttive.

Le competenze creative, considerate sempre di più come strategiche, si integrano con altre competenze ad esse strettamente collegate, quali l'apprendimento, la capacità di innovare, la progettualità, la proattività, l'adattabilità al cambiamento.

A partire da una definizione condivisa di creatività, il presente lavoro intende misurare e stimare i fabbisogni di competenze creative nei diversi contesti socioeconomici (con particolare riferimento alle filiere tecnico-professionali) valutando nel contempo le implicazioni per l'occupabilità e i fabbisogni formativi che si dovrebbero soddisfare con azioni specifiche.

Il contributo, in sintesi, 1) delimita il perimetro di osservazione analitica riconducendolo al quadro delle competenze creative nel panorama più vasto delle soft skill; 2) sviluppa una metodologia sperimentale innovativa basata sull'impiego di tecniche di intelligenza artificiale; e 3) condivide una prima serie di riflessioni derivanti dall'applicazione del modello all'analisi delle indagini campionarie realizzate dall'Inapp presso imprese e lavoratori con la definizione di specifiche misure di deficit/surplus di competenze creative.

Allo scopo di stimare un livello atteso di dotazione di competenze creative, Inapp e la Scuola IMT sperimentano per la prima volta l'applicazione di specifiche tecniche di machine learning (in particolare i cosiddetti *recommender systems*, sistemi di raccomandazione) alla struttura occupazionale italiana (professioni e competenze), in coerenza con quanto di recente indicato in

sede europea con l'Agenda per le competenze (Commissione europea 2020)¹ e in analogia a quanto già praticato da altre organizzazioni in altri ambiti economico-produttivi (per esempio nel campo della personalizzazione dell'offerta di formazione a distanza e per il commercio elettronico).

¹ A pag. 9 dell'Agenda per le competenze della Commissione europea (Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo del 1 luglio 2020), nell'ambito del paragrafo 2.1 "Migliorare l'analisi del fabbisogno di competenze: il fondamento dello sviluppo delle competenze e della riqualificazione" si legge come "per garantire che le persone possano acquisire le competenze necessarie per ricoprire un'occupazione presente o futura, è necessario in primis avere informazioni aggiornate sulle esigenze in termini di competenze. Spesso, tuttavia, l'analisi del fabbisogno di competenze giunge troppo tardi per informare le scelte. È necessaria un'analisi del fabbisogno di competenze accessibile, di facile comprensione, mirata e aggiornata. Oltre alle indagini sui percorsi di carriera dei laureati e diplomati e alle operazioni di abbinamento dei dati amministrativi, l'intelligenza artificiale (IA) e l'analisi dei big data racchiudono un grande potenziale. L'IA e i big data possono essere utili per la definizione di nuovi profili professionali in diversi settori sulla base delle gamme di competenze specifiche richieste". Sempre nella stessa Agenda per le competenze a pag. 16, nell'ambito del paragrafo 2.5 "Competenze per accompagnare le transizioni verde e digitale nel posto di lavoro e oltre", a proposito di creatività viene invece evidenziato come "oltre alle competenze tecniche, il mercato del lavoro ha sempre più bisogno delle competenze trasversali, quali la collaborazione, il pensiero critico e la risoluzione creativa dei problemi. La crescente influenza dei robot e degli algoritmi sui nostri mercati del lavoro aumenta ulteriormente la necessità di competenze prettamente umane come l'empatia e l'adattamento ai cambiamenti in contesti complessi".

1. Mercato del lavoro, soft skill e creatività

1.1 Soft skill e scenari di evoluzione delle professioni

Con il termine soft skill, come è noto, si intendono quell'insieme di competenze trasversali ma soprattutto personali che, se utilizzate consapevolmente, permettono a un individuo di far fronte in modo efficace agli stimoli e alle richieste che provengono dalle multiformi esperienze di vita o dalle dinamiche che nascono e si sviluppano in contesti e ambienti lavorativi.

Da diversi anni, ormai, si discute del valore delle soft skill, con particolare riferimento alla centralità che stanno acquisendo nel mercato del lavoro e nelle filiere formative deputate alla formazione e all'aggiornamento di giovani e adulti. L'intensità di conoscenza non riguarda solo le competenze specifiche di carattere tecnico, ma riguarda anche le competenze più trasversali, quelle che vengono comunemente chiamate soft skill. La flessibilità (temporale e spaziale) che caratterizza il mercato del lavoro spinge molti lavoratori ad operare in contesti che richiedono spirito di collaborazione e forte capacità di adattamento.

Allo stesso tempo molto si è dibattuto anche sulle possibili tassonomie finalizzate a descrivere nel miglior modo possibile questo particolare raggruppamento di competenze, senza addivenire tra l'altro ad una sintesi univoca in tal senso.

Ragionare sulle tassonomie significa, fondamentalmente, riflettere sulle possibili sfumature legate alla natura e alla valenza delle soft skill, elementi che possono caratterizzarsi in modo più o meno accentuato nell'ambito di differenti contesti organizzativi e con riferimento a varie esperienze lavorative.

Così le categorie concettuali che possono efficacemente rappresentare le competenze trasversali sono diverse. Alcuni (Tucciarelli 2014) articolano le soft skill in competenze relazionali² e competenze gestionali³, altri parlando di "governo dell'agire" (Ciappei e Cinque 2014) scelgono una

² Tra le competenze relazionali, insieme di comportamenti utili per la positiva e costruttiva gestione delle relazioni personali, sono annoverate quelle interpersonali (per esempio assertività, accoglienza, fiducia e gestione del conflitto) e quelle comunicative (per esempio ascolto, rispecchiamento, feedback, incisività)

³ Tra le competenze gestionali, insieme di comportamenti funzionali all'ottenimento di un risultato, sono invece annoverate quelle strategiche (per esempio creatività, apprendimento, progettualità e proattività) e quelle manageriali (per esempio motivazione, interazione, mediazione e formazione)

categorizzazione ancor più analitica, evidenziando soft skill politiche⁴, etiche⁵, strategiche⁶ ed organizzative⁷.

Di meno, forse, si è portati naturalmente a riflettere sui possibili scenari che chiamano in gioco in modo significativo l'esercizio di queste competenze 'morbide' (anche se ormai appunto solo nominalmente nell'aggettivo-etichetta). Alcuni concetti, intanto, possono aiutarci ad interpretarle.

Apprendimento. Le soft skill, come detto, sono competenze personali generali individuate esaminando sia le competenze trasversali richieste dal mondo del lavoro, sia come tratti caratteristici degli individui anche al di fuori del contesto professionale. Dal punto di vista dei processi educativi e formativi, esse hanno acquistato un ruolo di maggiore centralità nei documenti di indirizzo, anche se nella pratica sembra esserci ancora un notevole ritardo nella loro concreta applicazione. "A esse sembrano alludere alcune delle competenze chiave per l'apprendimento permanente descritte nei documenti europei, specialmente quelle considerate nell'ambito dell'imparare ad apprendere, nell'ambito sociale e civico o dell'imprenditorialità. Più o meno ispirandosi a tali documenti sono state definite nel contesto dell'obbligo istruttivo otto competenze fondamentali di cittadinanza: imparare ad imparare, progettare, comunicare, collaborare e partecipare, agire in modo autonomo e responsabile, risolvere problemi, individuare collegamenti e relazioni, acquisire ed interpretare l'informazione" (Pellerey 2017).

Baluardo. Le soft skill, come messo recentemente in evidenza da attenti studiosi, rappresentano un valido contrappeso all'impatto (in alcuni casi spazzante) dell'automazione e del cambiamento tecnologico. Detto in altri termini, solo per restare sul tema occupazione, i lavori che hanno mostrato la maggiore resilienza di fronte ai profondi cambiamenti tecnologici che hanno interessato il mercato del lavoro negli Stati Uniti sono proprio quelli caratterizzati da un elevato grado di competenze sociali. Le competenze trasversali, pertanto, rappresentano una barriera fondamentale per scongiurare (a partire dalla dimensione del singolo lavoratore) il rischio di un peggioramento della propria condizione occupazionale ed economica. Le tipologie di lavoro dove tali competenze prevalgono risultano difficilmente automatizzabili, al contrario quelle per cui questi vincoli sono più leggeri risultano invece a rischio, dunque più facilmente automatizzabili (Deming 2017).

Trasferibilità. Un documento dell'Unione Europea di qualche anno fa (Unione europea 2011) propone un'articolazione delle competenze professionali che caratterizzano un soggetto quanto alla

⁴ Tra le soft skill politiche sono citate comunicazione, negoziazione, gestione dei conflitti, gestione delle reti relazionali, orientamento all'utente/cliente, leadership.

⁵ Tra le soft skill etiche sono citate commitment, miglioramento continuo, tolleranza allo stress, capacità di adattarsi ai diversi contesti culturali, equilibrio tra vita lavorativa e vita personale/ familiare, capacità di far crescere gli altri.

⁶ Tra le soft skill strategiche sono citate consapevolezza di sé, crescita personale, creatività e innovazione, orientamento al risultato, adattabilità al cambiamento, visione imprenditoriale

⁷ Tra le soft skill organizzative sono citate gestione di sé, team work, capacità analitiche, capacità manageriali, capacità di delegare, programmazione e pianificazione.

sua possibilità di impiego e di transizione tra un impiego e l'altro. "Si tratta di una classificazione che mette in evidenza la loro trasferibilità da un'occupazione a un'altra, sia in senso trasversale, sia in senso verticale. Le competenze più trasferibili sono denominate soft skill. Esse non fanno riferimento a uno specifico lavoro e caratterizzano il soggetto in quanto aperto a immettersi in ogni settore professionale con una buona preparazione personale per affrontare le sfide dell'occupabilità. Sono indice di maturità in relazione a se stessi, agli altri, al lavoro" (Pellerey 2017).

Potenziamento. Un'altra questione rilevante, pur se non costantemente evocata nel dibattito corrente, in ambito organizzativo o in letteratura, riguarda l'opportunità di prevedere percorsi, metodologie e azioni per il potenziamento delle soft skill, dopo averne registrato attentamente dimensione e portata in termini di fabbisogno da colmare. Su questo versante, tra l'altro, va evidenziato come secondo alcune interpretazioni il bisogno formativo e di aggiornamento delle competenze si configura sempre più, al di là del tradizionale approccio di *gap analysis* (divario da colmare), come una "entità dinamica che la formazione è chiamata a gestire per ridurre i rischi di obsolescenza, per aumentare la reattività alle istanze esterne e la proattività nel cambiamento...adottando un approccio legato al concetto di surplus di competenze per favorire la formazione come investimento...di cui beneficiano organizzazione, persone e collettività" (Zingarelli 2014). In questo senso, l'aggiornamento delle competenze compiuto attraverso la formazione può rappresentare un fattore capace di accrescere la resilienza relativa del lavoro di fronte ai cambiamenti tecnologici ed organizzativi e di ridurre il rischio di diseguaglianze all'interno della forza lavoro.

1.2 Soft skill, fabbisogni e formazione

L'incapacità di identificare i fabbisogni di aggiornamento delle competenze, nonché di tradurre questi ultimi in calibrati percorsi di aggiornamento, può accrescere i rischi di disoccupazione tecnologica e disuguaglianza. Analoghi rischi si materializzano quando si rende manifesta l'incapacità da parte delle organizzazioni e degli individui di esplicitare in modo puntuale ciò che occorre migliorare in termini di conoscenze e competenze (Franceschetti e Guarascio 2018). In termini generali, la rapidità con cui il mercato del lavoro si trasforma sotto il profilo tecnologico ed organizzativo rende attività quali la formazione continua essenziali per assicurare la resilienza e la capacità di adattamento delle forze lavoro attualmente occupate.

Di particolare rilievo è la necessità di aumentare il numero delle iniziative di formazione continua e permanente nei contesti dove questa risulta strutturalmente meno intensa e che coincidono in larga parte con l'ampio settore delle imprese di piccole dimensioni (Margiotta 2012), in genere poco propense a riflettere in modo articolato sui propri fabbisogni di conoscenze e competenze. Allo stesso tempo, se si guarda alla dimensione territoriale, è imprescindibile la necessità di irrobustire

il numero delle iniziative di formazione nelle aree geografiche più fragili sul piano economico e della qualità delle istituzioni.

Alcune indagini condotte da Inapp in Italia (Indagine PEC – Professioni e competenze nelle imprese, anno 2017, terza edizione)⁸ sottolineano come il mercato del lavoro, nella sua componente occupazionale e formativa, sia piuttosto dinamico (soprattutto rispetto a nuovi trend legati all'evoluzione del contenuto del lavoro e delle competenze trasversali o soft skill).

Le risposte e le considerazioni registrate da Inapp, in particolare, sono fornite da imprenditori e responsabili delle risorse umane di aziende di grandi, medie e piccole dimensioni. Le domande del questionario si pongono l'obiettivo di stimolare la riflessione in merito ai fabbisogni formativi da soddisfare con azioni formative nel breve periodo.

I trend per il futuro e le nuove esigenze formative riguardano innanzitutto proprio le competenze, con particolare riferimento alle soft skill. La necessità di potenziare competenze quali, per esempio, risolvere problemi imprevisti, ascoltare attivamente, senso critico, adattabilità e orientamento al servizio riguardano trasversalmente tutti i vari gruppi professionali, a cominciare dalle professioni tecniche (grande gruppo 3 della Classificazione delle professioni, CP 2011), ma anche professioni qualificate nelle attività commerciali e nei servizi (grande gruppo 5), artigiani, operai specializzati e agricoltori (grande gruppo 6) e, in misura minore, conduttori di impianti e operai di macchinari fissi e mobili (grande gruppo 7).

I fabbisogni più intensi di aggiornamento delle soft skill si registrano innanzitutto nell'ambito della manifattura a più alta intensità tecnologica (settore chimico e farmaceutico⁹, elettronica, energia, acqua e rifiuti e metalmeccanica) ma sono particolarmente rilevanti anche nell'ambito dei servizi che riguardano le attività di istruzione, la sanità e i servizi alle persone¹⁰ ma anche il settore comunicazione, attività finanziarie e altri servizi alle imprese.

⁸ L'indagine PEC – Professioni e competenze nelle imprese di Inapp è rivolta a un campione rappresentativo di imprese private italiane con dipendenti afferenti a tutti i settori economici, con esclusione della Pubblica Amministrazione. Il campione, di circa 35.000 imprese distribuite su tutto il territorio nazionale, è stato strutturato per fornire informazioni e dati sulle carenze di conoscenze e/o skill a livello di settore economico, di dimensione aziendale e di ripartizione geografica. La stratificazione del campione di imprese rappresentativo dell'intera economia è stata articolata, in particolare, sulla base di tredici settori economici (individuati a partire dalla classificazione Ateco 2007 sulle attività economiche), quattro dimensioni di impresa (imprese piccole con meno di 10 dipendenti, imprese con un numero di dipendenti compreso tra 10 e 49 dipendenti, imprese medie da 50 a 249 dipendenti e imprese grandi con 250 e più dipendenti) e quattro ripartizioni geografiche (nord-ovest, nord-est, centro, sud e isole).

⁹ Nell'ambito del settore chimico e farmaceutico, per esempio, sul versante delle skill le risposte degli imprenditori intervistati da Inapp (fonte: indagine PEC-Professioni e competenze nelle imprese) convergono soprattutto sulla necessità di aggiornare, per le figure tecniche, quelle legate alla risoluzione di problemi imprevisti e complessi, al controllo di qualità, alla capacità di analisi e all'orientamento al servizio. Nel caso di conduttori di impianti, operai di macchinari fissi e mobili, invece, il fabbisogno si concentra sulle abilità relative alla sorveglianza e al controllo di macchine e attrezzature, ma anche alla selezione degli strumenti, alla manutenzione e alla risoluzione di problemi imprevisti.

¹⁰ Nel settore istruzione e sanità, secondo le risposte fornite dagli imprenditori interpellati da Inapp (fonte: indagine Professioni e competenze nelle imprese, terza edizione), le esigenze di aggiornamento riguardano, per esempio, le figure del grande gruppo 5 e quelle che svolgono compiti esecutivi di ufficio. Per le professioni del gruppo 5 emerge la necessità di potenziare le skill legate a comprensione degli altri, adattabilità, ascolto attivo, orientamento al servizio e gestione del tempo. Piuttosto simili anche le necessità formative evidenziate per le figure che svolgono lavori di ufficio, per cui si rivelano importanti anche quelle relative alle abilità collegate al parlare e allo scrivere.

La velocità e la pervasività con cui si manifestano i cambiamenti negli assetti economico-organizzativi di diversi settori economici richiedono strumenti e soluzioni innovative per cogliere in modo significativo e tempestivo le dinamiche evolutive delle competenze in generale e delle soft skill in particolare.

Nel contempo acquista rilevanza la necessità di registrare, in modo complementare, le informazioni relative alla visione del cambiamento che possono derivare tanto dai responsabili di impresa (visione organizzativa) quanto dai singoli lavoratori coinvolti quotidianamente nell'esercizio di specifici compiti e nell'utilizzo di porzioni mirate di competenze.

Tutto ciò, auspicabilmente e concretamente, anche attraverso l'utilizzo e l'applicazione di tecniche e strumenti di intelligenza artificiale e di machine learning, così come proposto dall'attività di analisi e ricerca descritta nei paragrafi successivi del presente contributo.

1.3 Soft skill e creatività

L'opportunità (necessità) di prevedere (nei limiti del possibile) con precisione i fabbisogni di competenze trasversali è, come già detto, strettamente connessa alla possibilità di anticipare in modo quanto più possibile puntuale il cambiamento, tecnologico e organizzativo. "L'innovazione organizzativa – come sostenuto da alcuni (Cipriani 2018) - seguita a svilupparsi, nonostante le continue incertezze e le resistenze dei fortini reazionari, e produce forme nuove di partecipazione intelligente che, oltre ad offrire performance crescenti, genera spazi di creatività e un lavoro capace di dare senso al tempo, come accadeva ai mastri artigiani nei loro quotidiani e impervi percorsi di sperimentazione".

Seguendo questa riflessione, così come quella di altri attenti studiosi (Tucciarelli 2014; Ciappei e Cinque 2014) già esposta nelle pagine precedenti, è allora quanto mai interessante e attuale volgere lo sguardo e l'attenzione all'analisi del concetto di creatività, competenza trasversale con valenza fortemente strategica che si accompagna ad altre competenze altrettanto essenziali, quali l'apprendimento, l'innovazione, il *project management*, la proattività e l'adattabilità al cambiamento.

Approfondire la conoscenza della natura di queste soft skill equivale a fare una riflessione anche sull'organizzazione del lavoro e sulle modalità attraverso cui un lavoratore può essere parte attiva (e propositiva) all'interno di un'impresa o di un organismo pubblico.

"Le forme intelligenti di partecipazione – come evidenziato in recenti contributi (Cipriani 2018, cit.) – che consentano alle persone di imparare continuamente cose nuove e le mettano in condizione di poter esprimere la loro creatività, sono apprezzate dai lavoratori. Ricercare e possibilmente vivere esperienze di benessere organizzativo, di buone relazioni con i colleghi e con i responsabili, condividere modalità di analisi e soluzione dei problemi, ricevere gratificazioni in modo trasparente e condiviso, probabilmente per molti lavoratori vale più di qualche decina di euro di paga".

La centralità della creatività come motore del progresso sociale e scientifico è testimoniata dalla pletera di analisi volte a comprendere la sua origine e natura. I ricercatori hanno adottato diversi approcci per comprendere la creatività. Questi approcci includono spiegazioni della creatività dal punto di vista del misticismo, pragmatismo, psicodinamica, psicomètria, cognizione, sociopersonalità, e una confluenza di fattori (Sternberg e Lubart 1999). Queste diverse prospettive hanno fornito preziose intuizioni sulla creatività, ma è anche visto come aver ostacolato una seria ricerca psicologica sull'argomento. Il focus diffuso ha anche limitato l'accordo concettuale su cosa sia la creatività. Nel corso degli anni, la creatività è stata descritta come un processo, prodotto o tratti personali. Alcuni vedono la creatività come un processo a fasi (Amabile 1983; Basadur et al. 1982) o un processo cognitivo di produzione di idee divergenti (De Bono 1992; West e Farr 1990). Nel dibattito in corso, sembra esserci un accordo generale che la creatività comporta la produzione di idee e prodotti nuovi e utili. Nel corso del tempo è stato suggerito che gli elementi di originalità ed efficacia hanno una lunga storia che può essere ben definita come una definizione standard di creatività. La maggior parte della ricerca moderna si basa sulla novità e utilità delle idee come punto di riferimento della creatività. La novità si riferisce all'originalità, cioè alla produzione di qualcosa di nuovo, mentre l'utilità si riferisce all'adeguatezza di un'idea nel risolvere il problema considerato. Alcune proposte definitorie aggiungono ulteriori criteri, per esempio l'alta qualità (Sternberg e Lubart 1999).

Gli studiosi di creatività hanno elencato due serie di processi che sono coinvolti nel lavoro creativo: (a) attività che portano alla generazione di idee (ideazione) e (b) attività necessarie per implementare le idee (implementazione). L'identificazione di un problema irrisolto (concettualizzazione) richiede creatività e potrebbe essere considerato come un compito creativo in sé. Guidati da vari elementi che possono interagire tra loro durante la concettualizzazione, ideazione e realizzazione, la creatività è talvolta intesa come un fenomeno sociopsicologico, in cui le caratteristiche individuali dei creatori interagiscono con la loro cultura e il loro ambiente. Queste interazioni sono incorporate in atti all'interno di un sistema di relazioni sociali e anche se gli atti di creazione possono essere individualistici, di fatto devono essere considerati di origine sociale. A livello individuale, la creatività sarebbe un costrutto della propria immaginazione. Tuttavia, questi processi sono modellati dalle interazioni quotidiane di un creatore (per esempio con riferimento a un contesto immediato, storico, culturale e ideologico).

Una possibile definizione analitica della creatività viene dal lavoro seminale di Edward De Bono (De Bono e Zimbardo 1970). L'autore definisce il pensiero laterale come un insieme di processi che forniscono un modo deliberato e sistematico di pensare in modo creativo, che si traduce in un pensiero innovativo in modo ripetibile. Secondo la sua ricerca pionieristica nel campo, il pensiero laterale è strettamente legato alla creatività e può essere descritto lungo quattro dimensioni: 1) fluidità, come la capacità di un soggetto di dare il maggior numero possibile di risposte ad una determinata domanda; 2) flessibilità, come il numero di categorie a cui si possono riportare queste

domande; 3) originalità: capacità di esprimere idee nuove e innovative; 4) elaborazione: capacità di realizzare concretamente le proprie idee.

Proprio a partire da queste quattro dimensioni, come vedremo nelle pagine successive, sono stati ipotizzati alcuni indici per l'esplorazione della dimensione creativa nell'ambito del contenuto del lavoro delle singole professioni. Ciascun indice, costruito con variabili (e dati) desunti dalle tassonomie utilizzate da Inapp nell'ambito dell'Indagine campionaria sulle professioni (realizzata con interviste ai lavoratori), sarà poi misurato e analizzato mediante l'utilizzo di specifiche tecniche di intelligenza artificiale.

1.4 Soft skill, creatività e imprenditorialità

Ma c'è anche un altro aspetto che rende la riflessione intorno alla creatività particolarmente attuale, anche con riferimento alla definizione di recenti documenti di indirizzo prodotti a livello europeo sui temi del lavoro e della formazione. La creatività (la competenza creativa) costituisce infatti uno dei pilastri portanti del variegato concetto di imprenditorialità, dibattuto e analizzato per anni e ora tornato di nuovo alla ribalta in un'epoca di forti cambiamenti economici e sociali.

Come è noto negli anni scorsi la Commissione europea ha progettato un'importante iniziativa (una vera e propria agenda pluriennale) per affrontare efficacemente le sfide legate al cambiamento e al rinnovamento delle competenze degli individui. Il dibattito e l'azione progettuale si sono così concentrati sul tema delle competenze chiave, necessarie per lo sviluppo personale, l'inclusione sociale, la cittadinanza attiva e l'occupazione. Queste competenze includono l'alfabetizzazione, il calcolo, le scienze e le lingue straniere, ma anche altre con caratteristiche più trasversali come la competenza digitale, il pensiero critico, la risoluzione dei problemi, l'imparare ad imparare e, appunto, la competenza imprenditoriale, intesa come capacità di trasformare le idee in azione (idee che generano valore per qualcun altro oltre che per se stessi).

Ed è proprio nell'ambito dell'ampia riflessione che nel corso degli ultimi anni si è sviluppata a livello europeo sul tema dell'imprenditorialità che viene alla ribalta il concetto di creatività. Questa particolare soft skill rappresenta, infatti, una delle 15 competenze in cui si articola il quadro di riferimento¹¹ concettuale (framework) dell'agire imprenditoriale (Bacigalupo *et al.* 2016). Come

¹¹ L'Entrepreneurship Competence Framework, noto anche come EntreComp, offre uno strumento per migliorare la capacità imprenditoriale dei cittadini e delle organizzazioni europee. L'origine di questo lavoro, realizzato dal Joint Research Centre (JRC) della Commissione Europea per conto della Direzione Generale per l'impiego, gli affari sociali e l'inclusione (DG EMPL), risale al 2006 quando la "Raccomandazione sulle competenze chiave per l'apprendimento permanente" ha identificato lo "spirito di iniziativa e l'imprenditorialità" come una delle 8 competenze chiave per tutti i cittadini. Il quadro mira a costruire il consenso intorno a una comprensione comune della competenza imprenditoriale, definendo 3 aree di competenza (ideas and opportunities che comprende la creatività, resources, into action), 15 competenze (spotting opportunities, creativity, vision, valuing ideas, ethical and sustainable thinking, self-awareness and self-efficacy, motivation and perseverance, mobilizing resources, financial and economic literacy, mobilizing others, taking the initiative, planning and management, coping with uncertainty and risk, working with others, learning through experience), un modello di progressione a 8 livelli e una lista completa di 442 risultati di apprendimento. In generale l'obiettivo di EntreComp è quello di costruire un ponte tra il mondo dell'istruzione e del lavoro, contribuendo ad una migliore comprensione e promozione della competenza

dire, semplificando un po': per compiere azioni con spirito imprenditoriale occorrono varie competenze, tra quelle cosiddette più soft (trasversali) c'è sicuramente la creatività.

Il documento della Commissione europea descrive la creatività (come le altre competenze importanti per l'imprenditorialità) con estremo livello di dettaglio, con descrittori più generali e poi con indicatori più puntuali rispetto a livelli di padronanza e di utilizzo della stessa. "La creatività – si legge nel testo della Commissione a proposito dei descrittori generali – sviluppa numerose idee e opportunità per creare valore, generando soluzioni migliori per affrontare la realtà e i nuovi cambiamenti, la creatività esplora e sperimenta con approccio innovativo, la creatività combina conoscenze ed altre risorse per raggiungere effetti valutabili".

imprenditoriale in Europa. Nel dettaglio EntreComp aiuta a identificare le componenti chiave dell'imprenditorialità come competenza e a definire in dettaglio, a supporto anche della programmazione e delle pratiche formative, una serie di risultati di apprendimento per suggerire ciò che i cittadini europei dovrebbero sapere, capire ed essere in grado di fare per dimostrare un certo livello di competenza imprenditoriale.

2. Intelligenza artificiale e sistemi di raccomandazione

Questo studio parte dall'applicazione di alcune tecniche recenti di *machine learning* sui dati dell'Indagine Campionaria delle Professioni (ICP) al fine di predire, in via sperimentale, i livelli di soft skill creative impiegati da ciascuna professione e di identificare le caratteristiche peculiari di quelle professioni e di quelle competenze per le quali la dotazione di soft skill creative si discosta maggiormente dal valore previsto con tecniche di intelligenza artificiale.

Più nello specifico, ci proponiamo di estendere l'applicazione dei sistemi di raccomandazione (*recommender systems*), utilizzati dai principali siti di e-commerce e dalle più note piattaforme streaming, alla struttura occupazionale italiana (in particolare al tema dell'analisi del contenuto del lavoro, delle professioni e delle competenze).

Un sistema di raccomandazione è un software di filtraggio dei contenuti che si pone l'obiettivo di cercare di predire le preferenze dell'utente per creare delle raccomandazioni personalizzate e specifiche così da aiutarlo nelle sue scelte. Tali sistemi sono adottati in molti contesti, a partire dai generatori di playlist video e musicali, passando per i social network e i siti di vendita online, trovando uno sbocco naturale nei siti di incontri.

Un altro contesto di applicazione dei sistemi di raccomandazione, molto vicino per contenuti e target di riferimento a quello che ci proponiamo di analizzare con questo contributo, è quello che fa riferimento alla cosiddetta formazione a distanza (e-learning), ora come non mai al centro del dibattito alla luce dei cambiamenti derivanti dall'emergenza sanitaria Covid-19.

I primi sistemi di raccomandazione per e-learning, rivolti a studenti o a docenti - come sostenuto da attenti analisti (Di Bitonto *et al.* 2010) - compaiono in letteratura nei primi anni del 2000. Questi sistemi, applicati al campo della formazione, non si limitavano a cercare gli elementi corrispondenti alle informazioni contenute in una query, ma proponevano all'utente (studenti, genericamente discenti) gli oggetti (di apprendimento, in questo caso) che avrebbero potuto interessarlo, elaborando appunto raccomandazioni personalizzate.

Nel 2003, per esempio, appare Altered Vista, uno dei primi sistemi di raccomandazione puri per l'e-learning, accessibile solo ad utenti registrati (Walker *et al.* 2004). Si tratta di un meccanismo che suggerisce a studenti e a docenti un insieme variegato di risorse didattiche *web-based*, alla luce di informazioni che vengono raccolte su più dimensioni d'interesse (per esempio utilità della risorsa, accuratezza informativa, rilevanza del tema da un punto di vista educativo-formativo).

Un sistema simile è RACOFI (*Rule-applying collaborative filtering*), che integra un sistema di raccomandazione collaborativo con un motore di ricerca che fa inferenza e che è basato su regole (Capuano *et al.* 2013). RACOFI, anch'esso implementato all'inizio degli anni Duemila, "lavora aggregando le stime fornite dagli utenti sugli oggetti da raccomandare (*learning object* di tipo audio) per individuarne similarità negli interessi e predire le stime di oggetti non ancora valutati. A differenza di Altered Vista, il sistema 'aggiusta' i valori delle predizioni usando regole che coniugano la conoscenza sugli oggetti presenti nel database con la conoscenza sull'utente, entrambe espresse tramite metadati" (Di Bitonto *et al.* 2010, cit.).

La letteratura attuale, come sopra già evidenziato, ha già sfruttato le potenzialità di questi strumenti nell'ambito della formazione a distanza, più nello specifico, delle piattaforme di e-Learning (Walker *et al.*, 2004). Tali piattaforme sono applicazioni online esperte nella gestione dei percorsi di apprendimento a distanza, attraverso l'impiego di tre componenti principali: LCMS (*Learning Content Management System*); LMS (*Learning Management System*); Tool di Comunicazione.

Il LCMS gestisce i contenuti didattici, dalla creazione all'importazione ed esportazione di file da rendere disponibili allo studente all'interno di un catalogo contenente l'intera offerta formativa della piattaforma. Il LMS include tutti i servizi quali la gestione degli studenti, le attività di monitoraggio, le operazioni effettuate dagli studenti (accessi al sistema, materiale didattico consultato ecc.). Infine, i tool di comunicazione servono a simulare le dinamiche di una classe reale in un ambiente virtuale.

Il processo di raccomandazione procede per passi. In primo luogo, ordina gli argomenti in base alle lacune riscontrate nella conoscenza dello studente; all'interno di ciascun argomento, gli oggetti di apprendimento sono ordinati in funzione degli stili di apprendimento dello studente, attraverso regole di decisione. Nel caso in cui l'argomento sia importante nel corso di studi dello studente, si valuta il livello di preparazione dello stesso ed i suoi errori tipici. Maggiori sono le lacune formative che lo studente presenta sull'argomento trattato, maggiore è il peso che si dà allo stesso. Al termine della classificazione, ad ogni obiettivo di apprendimento è associato un peso ed una categoria che indicano se e quanto un oggetto è consigliato.

In generale nel corso degli ultimi anni numerosi sono stati i tentativi e le proposte tecniche tese a migliorare l'utilizzo concreto dei sistemi di raccomandazione nel campo della formazione a distanza nonché ad implementare la riflessione sul binomio apprendimento navigato e personalizzazione dell'istruzione (Songer *et al.* 2019). Alcune esperienze sono ora largamente diffuse anche sul web (si pensi, per esempio, alle realtà di Byju e Gooru).

Nonostante i progressi fatti su questo fronte c'è ancora molto da migliorare, soprattutto pensando al miglioramento delle prestazioni degli studenti e all'utilizzo dei cosiddetti *feedback* impliciti (per esempio il tempo trascorso su una pagina web, il movimento del mouse, i segnalibri utilizzati nel corso dell'attività di consultazione on line) o espliciti (valutazioni sui corsi frequentati) che gli stessi generano sul web dopo aver fruito in precedenza altre risorse specificamente dedicate (Pradnya e Sunil 2020).

Gli algoritmi di raccomandazione sono sistemi di intelligenza artificiale, per i quali è importante comprendere la fonte e il tipo di conoscenza impiegati per attivarli correttamente. Nel caso dei *recommender system* risulta molto importante conoscere gli user e le caratteristiche degli item consigliati, proprio per generare suggerimenti sempre più personalizzati.

La ricerca nell'ambito del settore degli algoritmi di raccomandazione ha conosciuto un notevole impulso grazie alla creazione del cosiddetto 'premio Netflix': dal 2006 al 2009, Netflix ha infatti sponsorizzato una competizione con in palio \$1,000,000 da assegnare alla squadra che partendo da un dataset contenente più di 100 milioni di valutazioni di film da parte di utenti della piattaforma, avrebbe saputo restituire raccomandazioni e suggerimenti più precise del 10%, rispetto al sistema esistente.

Data una matrice di valutazioni dei film in cui ogni voce (i,j) rappresenta la valutazione del film j da parte del cliente (utente) i , il problema consiste nel predire il voto di un utente su un nuovo prodotto sulla base dello storico della sua attività on-line, al fine di determinare una lista di prodotti affini ai gusti dell'utente stesso. Matematicamente, si dice che questo problema è sottodeterminato (ci sono meno equazioni che incognite) poiché alle voci nascoste potrebbero essere assegnati valori arbitrari.

Diversi approcci sono stati proposti per l'implementazione dei sistemi di raccomandazione: l'approccio collaborativo, l'approccio basato sul contenuto e l'approccio ibrido. Ai fini del nostro studio sperimentale, abbiamo optato per quello collaborativo, che crea dei suggerimenti utilizzando la similarità tra gli utenti, partendo dal presupposto che utenti simili abbiano probabilmente gusti simili. Basandosi, quindi, sugli elementi visualizzati dall'utente in precedenza e su eventuali voti che l'utente ha attribuito all'elemento, l'algoritmo fornisce all'utente gli elementi votati da altri utenti con le valutazioni più alte.

3. Competenze creative e matrix completion

Matrix completion, nell'ambito del più ampio panorama dei sistemi di raccomandazione, è una tecnica di *machine learning* utilizzata per assegnare dei valori mancanti (o oscurati) di una matrice (parzialmente) nota. Nel nostro caso, la matrice dei dati proveniente dall'ICP è in realtà completa: in riga riporta le 800 unità professionali e in colonna le competenze impiegate nell'esercizio delle professioni. Volendo però determinare se alcune tra queste professioni possiedono tratti riconducibili alla nostra definizione di creatività, che le rendono un unicum nel panorama occupazionale italiano, oscuriamo artificialmente una percentuale variabile (10%, 25% e 50%) delle osservazioni contenute nelle colonne delle competenze cosiddette creative, e cerchiamo di ricostruire i valori oscurati, sfruttando in modo combinato la similarità tra le professioni e tra le competenze. Per questo, anche il nostro si può configurare come un problema di completamento di matrice parzialmente oscurata.

Per la risoluzione del problema di *matrix completion*, sono stati proposti in letteratura vari algoritmi di completamento matriciale. Nella nostra analisi, utilizziamo una formulazione del problema nota come *nuclear norm minimization*, ed un algoritmo per la sua risoluzione noto in letteratura come *soft impute*.

I dati chiave per il problema Netflix sono: gli utenti o *users*; i prodotti o *items*; i voti o le preferenze, detti *ratings*. Nel nostro caso, gli utenti sono rimpiazzati dalle professioni, i prodotti dalle competenze, e i ratings dalle risposte date nell'indagine campionaria. Fissata una riga (professione), tutti gli elementi della matrice nota su quella riga vengono oscurati nelle 25 colonne legate alla creatività, e viene selezionata una percentuale (10,25,50) delle righe rimanenti i cui gli elementi vengono anch'essi oscurati, in corrispondenza delle stesse colonne. Gli elementi oscurati formano nel loro complesso i due insiemi di validazione/test (il primo impiegato per scegliere il valore ottimale del parametro di regolarizzazione dell'algoritmo, il secondo per testarne le predizioni) mentre gli elementi restanti della matrice sono l'insieme su cui l'algoritmo apprende, cioè definisce una struttura di similarità da applicare nella ricostruzione degli elementi oscurati. Allo scopo di valutare la dipendenza della performance dell'algoritmo dalle specifiche celle oscurate, l'intera procedura viene ripetuta, basandosi su 200 permutazioni casuali delle righe della matrice, i cui primi elementi sono utilizzati per costruire di volta in volta i due insiemi di validazione/test. Per la valutazione della performance dell'algoritmo *Soft impute*, impieghiamo il *Root Mean Square*

Error (RMSE), calcolato sui voti predetti. L'RMSE è definito come la radice quadrata del rapporto tra la somma dei quadrati della differenza tra la predizione ed il voto reale misurato, e il numero di campioni considerati.

L'RMSE viene dapprima valutato sull'insieme di validazione, al variare del parametro di regolarizzazione. Successivamente, si sceglie il valore di tale parametro che minimizza l'RMSE su tale insieme. Infine, l'RMSE viene valutato sull'insieme di test per quel particolare valore del parametro di regolarizzazione.

La matrice oggetto dell'analisi riporta i risultati dell'Indagine Campionaria sulle Professioni che raccoglie informazioni sul contenuto del lavoro svolto e sul contesto organizzativo dell'impresa. L'indagine è stata condotta da INAPP nel 2007 e nel 2013, su un campione di 16mila lavoratori, rappresentativi delle circa 800 Unità Professionali in cui si articola la Classificazione delle professioni (CP2011) di ISTAT e stratificato per area geografica, dimensione d'impresa, settore professionale. Le risposte sono fornite direttamente dai lavoratori e si articolano in sette sezioni (conoscenze, competenze, attitudini, attività, valori, stili di lavoro, condizioni di lavoro). A partire dalla definizione di creatività prima esposta (De Bono e Zimbalist, 1970, cit.), identifichiamo nel questionario dell'Indagine campionaria sulle professioni (ICP) 25 competenze (in piccola parte anche attitudini e stili di lavoro) riconducibili alle dimensioni della creatività, definendo così quattro indicatori, come riportato nella tabella seguente.

Indicatori	Skill
Fluidità-Flessibilità	risolvere problemi complessi risolvere problemi inattesi ascoltare attivamente adattabilità flessibilità orientamento al servizio classificazione comprensione
Originalità-Processo	senso critico capacità analitica capacità decisionale programmazione - ideazione originalità
Apprendimento-Innovazione	strategie di apprendimento apprendere attivamente insegnare pensare in modo creativo innovazione
Pianificazione-Proattività	persuadere comprendere gli altri negoziare gestire il tempo gestire risorse finanziarie gestire risorse materiali gestire risorse umane

4. Descrizione dello studio, elaborazione dei dati, possibili interpretazioni

4.1 Significato e valore d'uso della predizione da *matrix completion*

Come già evidenziato nelle pagine precedenti i sistemi di raccomandazione (*recommender system*) utilizzati per analizzare le competenze possono essere pensati come una possibile opzione metodologica che, appunto, 'raccomanda' (suggerisce) alle singole professioni di aggiornare o potenziare alcune specifiche competenze (per esempio quelle cosiddette creative) alla luce di informazioni (giudizi, misurazioni) relative al livello di importanza con cui le competenze sono state agite dalle stesse professioni in precedenza o da altre professioni molto vicine a quelle analizzate (per esempio per il fatto di appartenere allo stesso raggruppamento professionale o allo stesso cluster/settore economico¹²).

Esattamente come per i sistemi di *e-learning*, nei quali vengono selezionati gli obiettivi di apprendimento sulla base del contenuto del corso e delle necessità dello studente, e vengono così proposti agli utenti approfondimenti, esercizi, tutoraggio, per migliorare la conoscenza di un determinato argomento (Bitonto P. *et al.* 2010), così l'algoritmo di *matrix completion* da noi impiegato, fornisce una rappresentazione degli scostamenti tra valori predetti ed osservati di soft skill creative.

Detto in altre parole, l'idea di utilizzare lo strumento di *matrix completion* e del relativo algoritmo per analizzare più da vicino alcuni tratti dei profili professionali (nella fattispecie, per esempio le competenze creative) può consentirci di stimare la probabilità che una professione utilizzi un determinato livello di creatività nell'esercizio del suo lavoro quotidiano sulla base di una serie di dati e fattori registrati in passato tra cui, per esempio, il fatto che professioni diverse (pur se appartenenti allo stesso settore economico) possono esprimere tratti simili di competenze e che competenze diverse possono combinarsi in associazioni ricorrenti in diversi profili professionali.

Per una valutazione più quantitativa dell'impiego di queste soft skill creative e, tendenzialmente, del relativo fabbisogno di aggiornamento/potenziamento, definiamo l'errore relativo medio (mean

¹² Le elaborazioni sperimentali realizzate con l'algoritmo *sSoft impute* e presentate a titolo per ora meramente esemplificativo nelle pagine seguenti sono state realizzate nell'ambito di cluster economico professionali coincidenti con specifici raggruppamenti professionali presenti nella struttura ad albero della Classificazione delle professioni (CP 2011) o con aree economiche riconducibili alla Classificazione Ateco delle attività economiche

relative error, MRE) con la seguente equazione:

$$MRE_i = \frac{1}{r_i} \sum_{r=1}^{r_i} \left[\frac{\sum_{j=1}^{25} true_{i,j} - predicted_{i,j,r}}{\sum_{j=1}^{25} true_{i,j}} \right]$$

Un eventuale valore negativo dell'indice MRE registrato con l'applicazione dell'algoritmo rispetto al valore registrato in passato per le competenze creative riconducibili ad ogni singola professione potrebbe rappresentare in generale, per il singolo lavoratore e/o per le filiere formative, una indicazione in merito all'eventuale opportunità di programmare percorsi di potenziamento per lo sviluppo delle competenze (rispetto alle quali appunto si rileva un deficit).

Esempio 1 – Il settore manifatturiero

Un'applicazione sperimentale del modello di *recommender system* al variegato mondo delle competenze e delle professioni può essere calibrato, per esempio, con riferimento ad alcuni cluster economici (settori Ateco) che interessano più da vicino l'universo di alcune filiere formative professionalizzanti, per esempio con particolare riferimento alle professioni riconducibili alle qualifiche triennali e quadriennali (percorsi di Istruzione e formazione professionale -IeFP) che interessano alcuni ambiti del manifatturiero, come per esempio il settore meccanico e il settore elettrico.

Si tratta, per esempio, dei settori Ateco 25 "Fabbricazione di prodotti in metallo (esclusi macchinari e attrezzature)", Ateco 27 "Fabbricazione di apparecchiature elettriche ed apparecchiature per uso domestico non elettriche" e Ateco 28, "Fabbricazione di macchinari e apparecchiature non altrimenti classificate".

In linea generale si evidenzia come, nell'ambito di questi settori manifatturieri, le professioni che registrano cambiamenti del contenuto del lavoro che vanno nella direzione della opportunità (suggerimento) di un aggiornamento delle competenze creative sono appartenenti soprattutto al Grande gruppo 6 della Classificazione delle professioni (CP 2011), vale a dire gli artigiani, operai specializzati e agricoltori¹³.

¹³ Il sesto Grande gruppo della CP 2011 comprende le professioni che utilizzano l'esperienza e applicano la conoscenza tecnico-pratica dei materiali, degli utensili e dei processi per estrarre o lavorare minerali; per costruire, riparare o mantenere manufatti, oggetti e macchine; per la produzione agricola, venatoria e della pesca; per lavorare e trasformare prodotti alimentari e agricoli destinati al consumo. I loro compiti consistono nell'estrarre materie prime; nel costruire edifici ed altre strutture; nel realizzare, riparare e mantenere vari prodotti anche di artigianato; nel coltivare piante, nell'allevare e nel cacciare animali; nel conservare e nel mettere a produzione le foreste, il mare e le acque interne; nel realizzare prodotti alimentari ed anche nel vendere i beni prodotti ai clienti o nel collocarli sui mercati. Tali attività richiedono in genere conoscenze di base assimilabili a quelle acquisite completando l'obbligo scolastico, o un ciclo breve di istruzione secondaria superiore o, ancora, una qualifica professionale o esperienza lavorativa. Le professioni classificate in questo grande gruppo, esercitate in forma

L'algoritmo *soft impute* utilizzato nell'ambito del cluster economico-professionale relativo al settore Ateco 25 denominato "Fabbricazione di prodotti in metallo (esclusi macchinari e attrezzature)"¹⁴ predice (stima in via sperimentale), per esempio, per le professioni dei Costruttori di utensili, modellatori e tracciatori meccanici (codice 6.2.2.2.0)¹⁵ l'opportunità di organizzare momenti di aggiornamento delle competenze cosiddette creative, con riferimento alla quasi totalità delle variabili utilizzate nelle pagine precedenti per la definizione e articolazione degli indicatori specifici in tema di creatività (figura 1).

Sempre nello stesso settore Ateco 25 l'algoritmo di *matrix completion* suggerisce per la professione di Elettromeccanici (codice 6.2.4.1.3)¹⁶ la possibilità di supportare con attività formative alcune variabili creative, in particolare quelle relative a senso critico, gestire risorse finanziarie, ideazione, originalità, flessibilità nella comprensione, adattabilità e flessibilità, innovazione e pensare in modo creativo.

Nell'ambito delle aziende manifatturiere che si occupano di fabbricazione di prodotti in metallo si evidenziano, alla luce dell'applicazione dell'algoritmo, opportunità di aggiornamento creativo anche per alcune professioni riconducibili al Grande gruppo 3 della CP 2011, le cosiddette professioni tecniche¹⁷.

Si tratta, in particolare, dei Tecnici meccanici (codice 3.1.3.1.0)¹⁸ e dei Tecnici elettronici (codice 3.1.3.4.0)¹⁹. La complessità dei compiti svolti quotidianamente nell'esercizio del loro lavoro da parte

autonoma, possono saltuariamente richiedere la definizione delle scelte relative alla produzione e commercializzazione dei beni o servizi e il coordinamento delle attività di lavoro.

¹⁴ Nel settore Ateco 25 "Fabbricazione di prodotti in metallo (esclusi macchinari e attrezzature)" il numero di imprese aggiornato al 2017 è pari a 62.403 unità, gli addetti sono 509.587 (di cui l'84% con contratto da dipendente e il 4,6% con rapporto di lavoro temporaneo). La nati-mortalità delle imprese del settore registra un saldo negativo, quelle cessate nel 2017 sono 3.127, le nuove nate sono 2.977. La percentuale di aziende del settore che si occupano di produzione di metallo che esportano all'estero è pari al 19,4%. Ancora estremamente bassa la quota di quelle che investono in tutela ambientale (appena l'1,6% come incidenza sugli investimenti fissi lordi). Fonte: Istat, Rapporto sulla competitività dei settori produttivi dell'Istat (edizione 2020).

¹⁵ I costruttori di utensili, modellatori e tracciatori meccanici (codice 62220) "costruiscono, manualmente o con l'ausilio di macchine non automatiche o semi-automatiche, utensili e attrezzi, tracciano e modellano i blocchi di metallo per realizzare l'utensile o il manufatto progettato".

¹⁶ Gli elettromeccanici (codice 62413) "costruiscono, manualmente o con l'ausilio di attrezzature semi-automatiche, montano, riparano e testano avvolgimenti per bobine, rotor e statori di apparati di trasformazione dell'energia elettrica".

¹⁷ Il terzo Grande gruppo della CP 2011 comprende le professioni che richiedono conoscenze tecnico-disciplinari per selezionare e applicare operativamente protocolli e procedure – definiti e predeterminati – in attività di produzione o servizio. I loro compiti consistono nel coadiuvare gli specialisti in ambito scientifico, sanitario, umanistico, economico e sociale, afferenti alle scienze quantitative fisiche, chimiche, ingegneristiche e naturali, alle scienze della vita e della salute, alle scienze gestionali e amministrative; nel supervisionare, controllare, pianificare e garantire il corretto funzionamento dei processi di produzione e nell'organizzare i relativi fattori produttivi; nel fornire servizi sociali, pubblici e di intrattenimento; nell'eseguire e supportare performance sportive. Il livello di conoscenza richiesto dalle professioni comprese in questo grande gruppo è acquisito attraverso il completamento di percorsi di istruzione secondaria, post-secondaria o universitaria di I livello, o percorsi di apprendimento, anche non formale, di pari complessità.

¹⁸ I tecnici meccanici (codice 31310) "assistono gli specialisti nelle ricerche nel campo dell'ingegneria meccanica, ovvero applicano ed eseguono le procedure e le tecniche proprie per disegnare, modificare, sviluppare e verificare prodotti, macchine, attrezzature. L'esercizio della professione di Perito meccanico è regolato dalle leggi dello Stato"

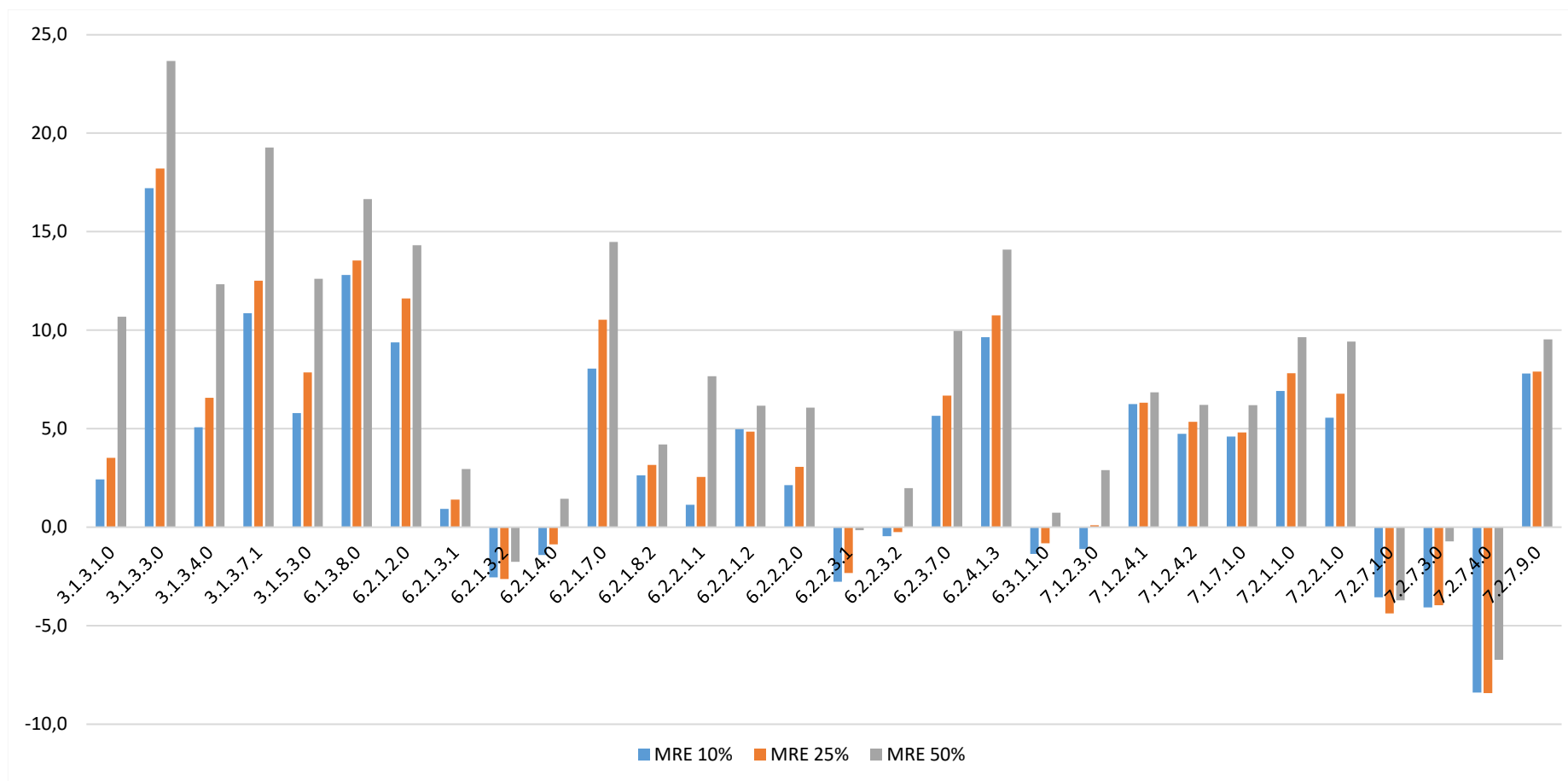
¹⁹ I tecnici elettronici (codice 31340) "assistono gli specialisti nella ricerca in materia di elettronica, ovvero applicano ed eseguono procedure e tecniche proprie per disegnare, costruire, installare e modificare componenti, parti, apparati e circuiti elettronici singoli o inseriti in sistemi complessi e per individuare e risolvere problemi di funzionamento. L'esercizio della professione di Perito elettronico è regolato dalle leggi dello Stato".

delle professioni tecniche si riflette anche nei suggerimenti delineati dal processo di analisi attivato con opzioni di intelligenza artificiale. Questi 'consigli' formativi, infatti, riguardano diverse variabili riconducibili agli indicatori di creatività.

Per i tecnici meccanici, per esempio, sembra utile aggiornare le competenze relative a persuadere, risolvere problemi imprevisti, gestire il tempo e le risorse finanziarie, gestire risorse umane, originalità, flessibilità nel classificare e nel comprendere, adattabilità, pensare in modo creativo.

Per i tecnici elettronici, invece, la formazione in tema di creatività dovrebbe innanzitutto supportare lo sviluppo delle competenze che riguardano la capacità di ascoltare, senso critico, strategie di apprendimento (vale a dire selezionare e utilizzare metodi e procedure appropriate per apprendere o insegnare), adattabilità, orientamento al servizio, risolvere problemi complessi, capacità di analisi, valutare e prendere decisioni e poi anche altre che sono in comune con i tecnici meccanici, in particolare quelle relative a risolvere problemi imprevisti, gestire il tempo, gestire risorse umane e flessibilità nel classificare.

Figura 1 Tendenze di fabbisogno di aggiornamento delle competenze creative delle professioni del settore economico Fabbricazione di prodotti in metallo (Ateco 25)



Fonte: elaborazioni Inapp-IMT su dati ICP-INAPP

Sempre nell'ambito del manifatturiero l'algoritmo di *matrix completion* utilizzato nell'ambito del cluster economico-professionale relativo al settore Ateco 27 denominato "Fabbricazione di apparecchiature elettriche ed apparecchiature per uso domestico non elettriche"²⁰ suggerisce (predice/stima) l'opportunità di organizzare momenti di aggiornamento delle competenze cosiddette creative per diverse professioni appartenenti al Grande gruppo 7 della CP 2011, vale a dire per i Conduttori di impianti, operai di macchinari fissi e mobili e conducenti di veicoli²¹ (figura 2). Si tratta, per esempio, degli Assemblatori in serie di parti di macchine (codice 7.2.7.1.0)²² e degli Assemblatori e cablatori di apparecchiature elettroniche e di telecomunicazioni (codice 7.2.7.3.0)²³. Per gli assemblatori in serie di parti di macchine appare opportuno potenziare gli aspetti creativi relativi ad ascoltare attivamente, strategie di apprendimento, comprendere gli altri, persuadere, negoziare, orientamento al servizio e risolvere problemi complessi. Per gli assemblatori e cablatori di apparecchiature elettroniche, invece, l'aggiornamento in tema di creatività dovrebbe innanzitutto preoccuparsi di rafforzare le skill che riguardano la maggior parte delle competenze già citate per l'altra categoria di assemblatori e, in aggiunta, anche quelle concernenti la risoluzione di problemi imprevisti nonché la capacità di valutare e prendere decisioni.

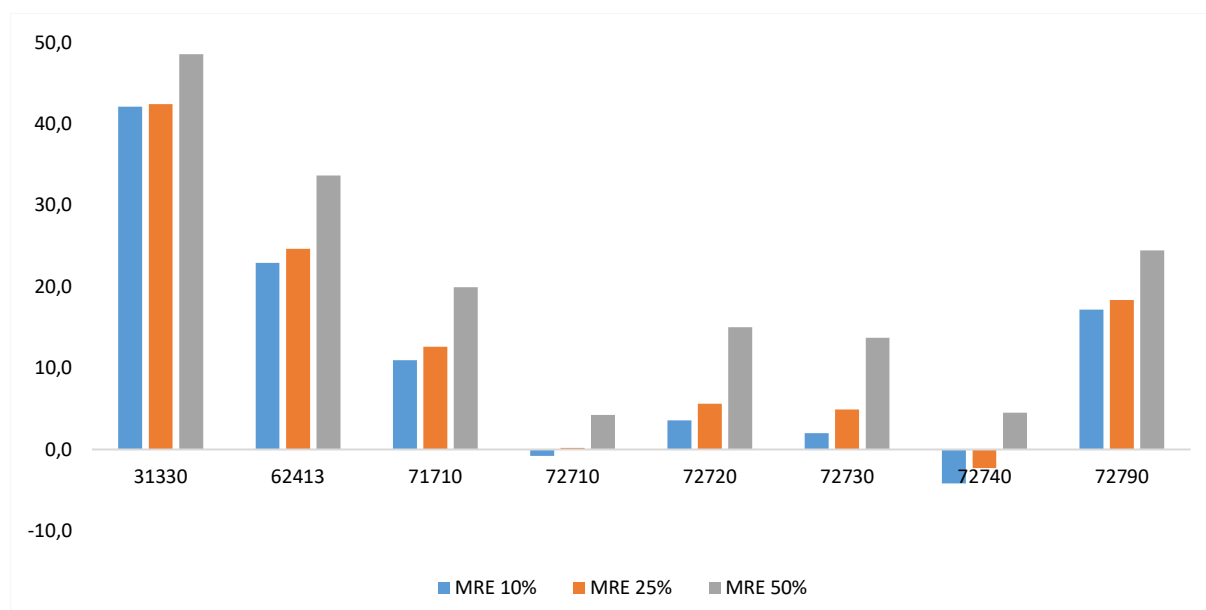
²⁰ Nel settore Ateco 27 "Fabbricazione di apparecchiature elettriche ed apparecchiature per uso domestico non elettriche" le imprese attive al 2017 sono complessivamente 8.119, il numero di addetti è invece di 149.592 (di cui il 93,7% sono dipendenti e il 4,9% hanno un contratto temporaneo). La nati-mortalità delle aziende del settore è praticamente nulla, sono 324 le imprese nate, 325 quelle cessate. La quota di aziende che puntano sull'internazionalizzazione (export) è pari al 41,4% del totale del settore, mentre quelle che scommettono sulla tutela ambientale sono un esiguo numero (0,9% del totale). Fonte: Istat, Rapporto sulla competitività dei settori produttivi dell'Istat (edizione 2020)

²¹ Il settimo Grande gruppo della CP 2011 comprende le professioni che conducono e controllano il corretto funzionamento di macchine industriali e di impianti automatizzati o robotizzati di lavorazione; alimentano impianti di assemblaggio e di lavorazione in serie di prodotti; guidano veicoli, macchinari mobili o di sollevamento. I loro compiti consistono nel far funzionare e nel controllare impianti e macchinari industriali fissi per l'estrazione di materie prime, per la loro trasformazione e per la produzione di beni; nell'assemblare parti e componenti di prodotti; nella guida di veicoli e di macchinari mobili. Tali attività richiedono in genere conoscenze di base assimilabili a quelle acquisite completando l'obbligo scolastico, o una qualifica professionale o esperienza lavorativa

²² Gli assemblatori in serie di parti di macchine (codice 72710) "montano, in catene o linee semiautomatiche di assemblaggio e con l'ausilio di utensili manuali o semiautomatici, componenti di macchine o parti di macchine".

²³ Gli assemblatori e cablatori di apparecchiature elettroniche e di telecomunicazioni (codice 72730) "montano, in catene o linee semiautomatiche di assemblaggio e con l'ausilio di utensili manuali o semiautomatici, e cablano componenti di apparecchiature elettroniche e di telecomunicazione e di loro parti"

Figura 2 Tendenze di fabbisogno di aggiornamento delle competenze creative delle professioni del settore economico "Fabbricazione di apparecchiature elettriche ed apparecchiature per uso domestico non elettriche" (Ateco 27)



Fonte: elaborazioni INAPP-IMT su dati ICP-Inapp

Nell'ambito di questo comparto del manifatturiero si segnala, inoltre, l'opportunità di aggiornare la dimensione creativa anche della figura degli Elettromeccanici (codice 6.2.4.1.3)²⁴, con particolare riferimento alle skill relative a senso critico, gestire risorse finanziarie, ideazione, originalità, flessibilità nella comprensione e adattabilità.

Ancora nel comparto manifatturiero ulteriori indicazioni/suggerimenti relativi alla opportunità di potenziare l'aggiornamento di competenze creative si registrano nell'ambito del settore Ateco 28 denominato "Fabbricazione di macchinari ed apparecchiature non altrimenti classificati"²⁵.

Anche in questo ambito economico, così come già registrato per le attività relative al settore Ateco 25, le professioni che sembrano registrare cambiamenti significativi del contenuto del lavoro in termini creativi sono in prevalenza quelle appartenenti al grande gruppo degli artigiani, operai specializzati e agricoltori (figura 3).

Per gli stampatori e piegatori di lamiere (codice 6.2.1.8.2)²⁶, per esempio, l'algoritmo suggerisce

²⁴ Gli elettromeccanici (codice 62413) "costruiscono, manualmente o con l'ausilio di attrezzature semi-automatiche, montano, riparano e testano avvolgimenti per bobine, rotor e statori di apparati di trasformazione dell'energia elettrica".

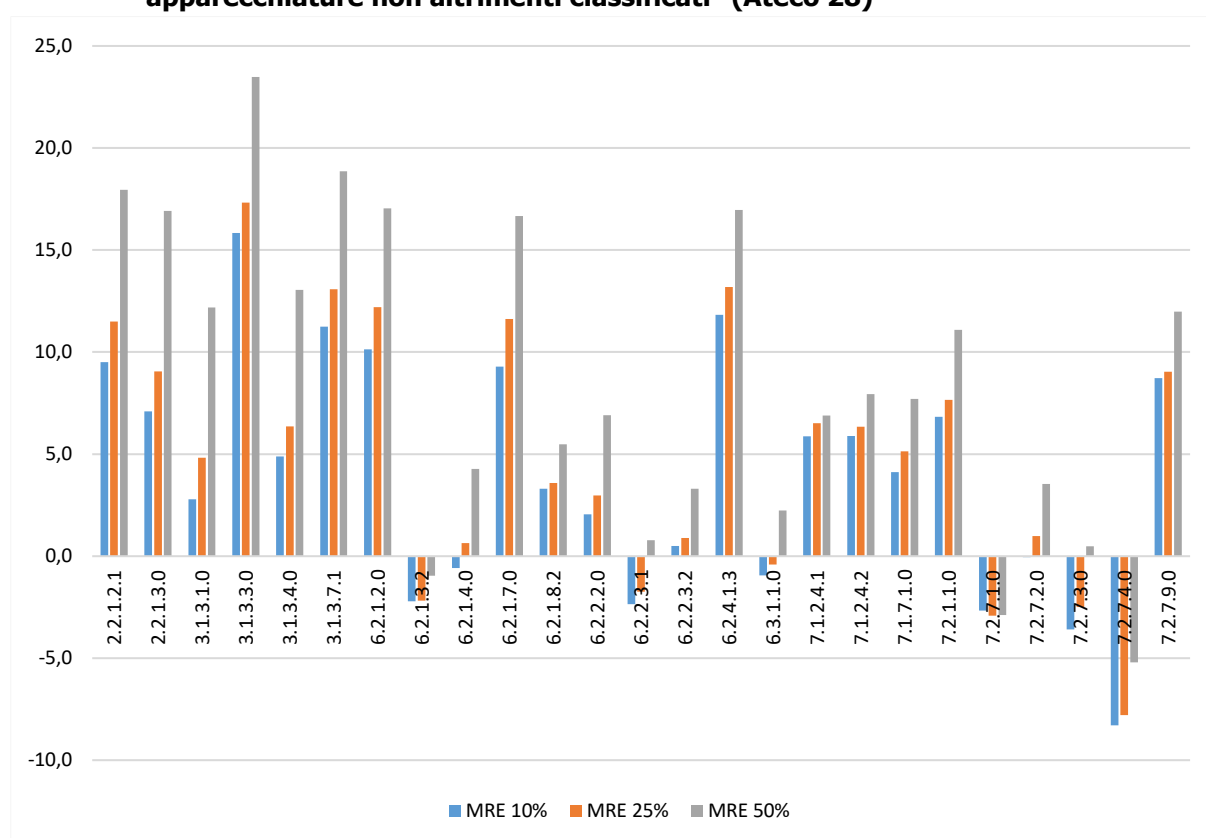
²⁵ Nel settore Ateco 28 "Fabbricazione di macchinari e apparecchiature non altrimenti classificate" il numero di aziende aggiornato al 2017 è pari a 22.494 unità, gli addetti sono 468.297 (di cui oltre il 94% con contratto da dipendente e il 4,5% con rapporto di lavoro temporaneo). In questa filiera economica si registra un saldo positivo tra imprese nate e cessate: le nuove aziende sono 688, quelle che hanno chiuso i battenti 628. La quota di imprenditori che esporta all'estero è pari al 56,6% del totale. Anche in questo settore economico la percentuale delle aziende che realizza investimenti per la tutela ambientale è pari all'1,7% del totale. Fonte: Istat, *Rapporto sulla competitività dei settori produttivi dell'Istat* (edizione 2020).

²⁶ Gli stampatori e piegatori di lamiere (codice 62182) "lavorano lamiere non sottili ovvero tagliano, piegano e lavorano lamiere, per asportazione e deformazione, per costruire stampi o altri manufatti".

di implementare il bagaglio creativo relativo a senso critico, strategie di apprendimento, comprendere gli altri, adattabilità, orientamento al servizio, gestire il tempo e gestire risorse materiali.

In modo analogo queste competenze creative sembrano molto importanti, in prospettiva, anche per i costruttori di utensili, modellatori e tracciatori meccanici (codice 6.2.2.2.0)²⁷. Per queste figure, in aggiunta a quanto ritenuto importante per gli stampatori e piegatori di lamiere, l’algoritmo segnala anche la possibilità di potenziare le abilità relative all’ascolto e all’apprendimento attivo, a persuadere, istruire, valutare e prendere decisioni.

Figura 3 Tendenze di fabbisogno di aggiornamento delle competenze creative delle professioni del settore economico “Fabbricazione di macchinari ed apparecchiature non altrimenti classificati” (Ateco 28)



Fonte: elaborazioni Inapp-IMT su dati ICP-Inapp

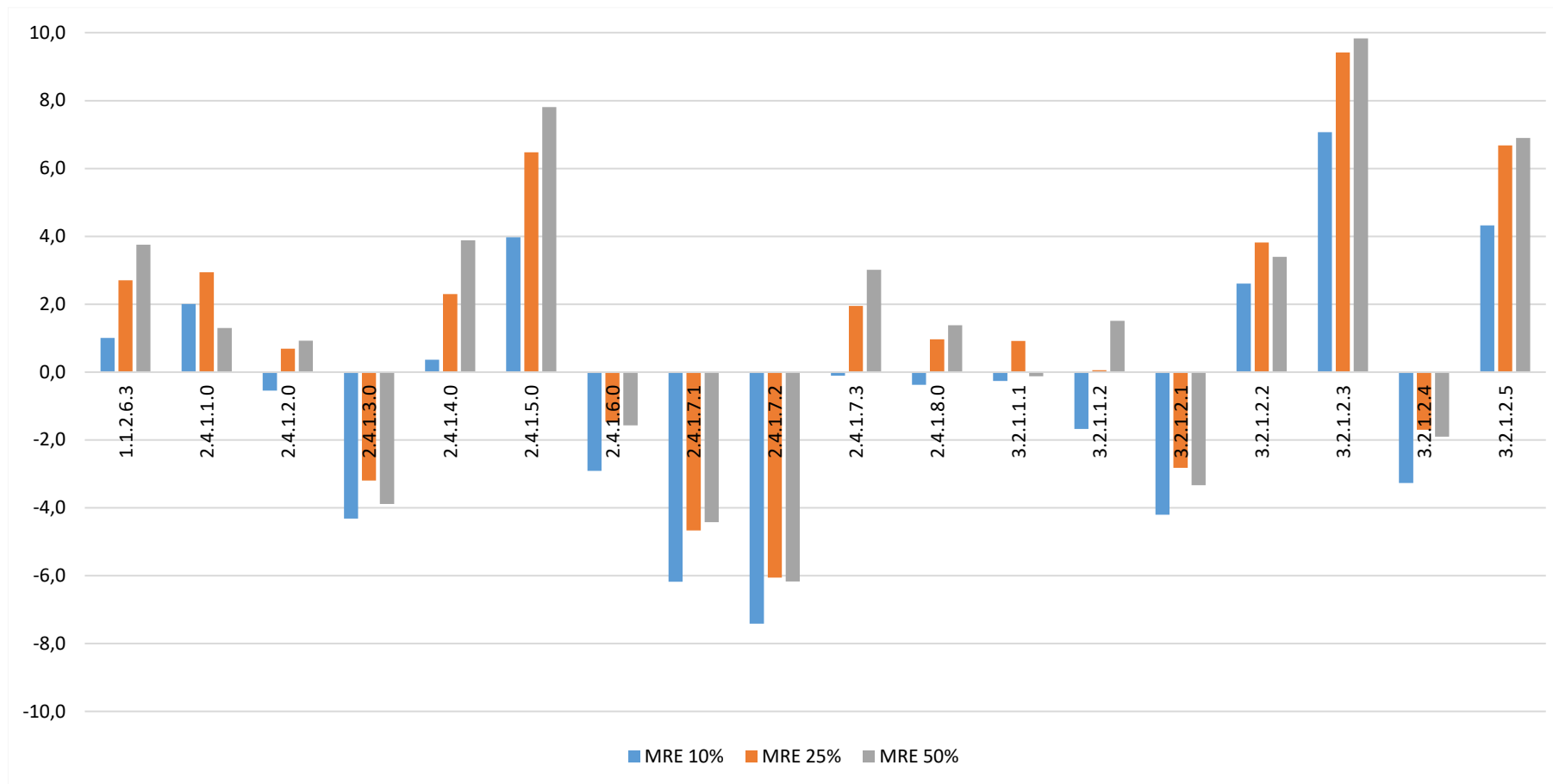
²⁷ I costruttori di utensili, modellatori e tracciatori meccanici (codice 62220) “costruiscono, manualmente o con l’ausilio di macchine non automatiche o semi-automatiche, utensili e attrezzi, tracciano e modellano i blocchi di metallo per realizzare l’utensile o il manufatto progettato.

Esempio 2 - Il settore sanitario

Un altro focus della nostra analisi è stato il settore sanitario, che contiene tutte le professioni che operano nell' erogazione di interventi tecnici sanitari, parasanitari e nei servizi sociali.

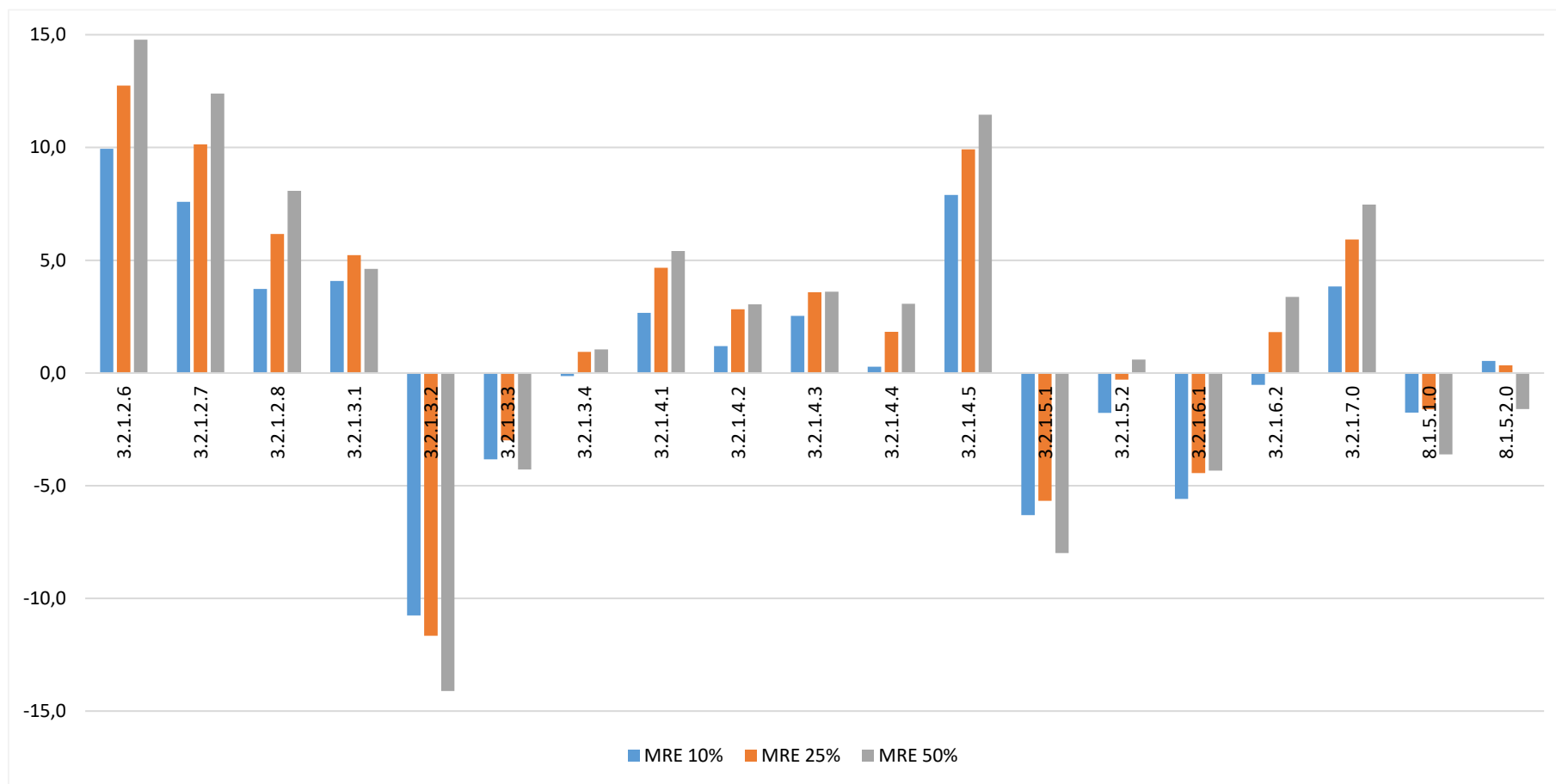
Sono tante le professioni che lavorano in questo settore ed afferiscono a tutti e 8 i grandi gruppi professionali presenti nell'ICP, da manager e dirigenti sanitari, fino al personale non qualificato degli ospedali. In questo specifico settore, a differenza del manifatturiero, il comportamento delle professioni rispetto alle competenze creative è altamente eterogeneo: per le categorie di lavoratori che trattano con i pazienti quotidianamente, si registra un maggior bisogno di soft skill in generale e quindi di creatività. Per questo (figure 4 e 5) si verificano scostamenti positivi su professioni come Terapisti della neuropsicomotricità (3.2.1.2.5), Tecnici della riabilitazione psichiatrica (3.2.1.2.6), Educatori (3.2.1.2.7) e Terapisti Occupazionali (3.2.1.2.8). All'altro estremo della distribuzione, troviamo tutte quelle occupazioni che riguardano principalmente la diagnostica tecnica, come gli Specialisti della diagnostica per immagini e della radioterapia (2.4.1.6.0) o i Tecnici sanitari di laboratorio biomedico (3.2.1.3.2).

Figura 4 Tendenze di fabbisogno di aggiornamento delle competenze creative delle professioni del settore della Sanità



Fonte: elaborazioni Inapp-IMT su dati ICP-Inapp

Figura 5 Tendenze di fabbisogno di aggiornamento delle competenze creative delle professioni del settore della Sanità



Fonte: elaborazioni Inapp-IMT su dati ICP-Inapp

Riportiamo a titolo esemplificativo due professioni che si discostano positivamente e due professioni che si discostano negativamente, per vedere nel dettaglio quali sono le competenze che maggiormente contribuiscono a tali scostamenti.

Codice CP	Professione	MRE	Competenze
3.2.1.2.6	Tecnici della riabilitazione psichiatrica	12.49	Apprendimento attivo, risolvere problemi complessi, pensiero creativo
3.2.1.3.2	Tecnici sanitari di laboratorio biomedico	-12.17	Strategie di apprendimento, classificazione, iniziativa
3.2.1.2.7	Educatori professionali	10.04	Adattabilità, orientamento al servizio, risolvere problemi complessi
3.2.1.5.1	Tecnico della prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro	-6.65	Comprendere gli altri, negoziare, risolvere problemi imprevisti

5. Conclusioni preliminari e prospettive di analisi

Con l'avvento di tecnologie sempre più efficienti e l'adozione sempre più pervasiva dei sistemi di intelligenza artificiale, il mercato del lavoro, specie nelle economie avanzate, ha subito grandi trasformazioni. Secondo il Cedefop (Centro europeo per lo sviluppo della formazione professionale), la tecnologia sta cambiando il mondo del lavoro su tre direttrici principali: sostituzione, creazione, trasformazione del lavoro.

Sebbene l'avanzamento tecnologico sia sempre stato il motore dello sviluppo economico, i cicli di innovazione attuali sono molto più veloci e pervasivi e la capacità di adattamento delle competenze dei lavoratori rischia di non essere altrettanto rapida. Emerge quindi la necessità di favorire la rapida acquisizione di nuove abilità e competenze per restare al passo con i tempi.

Tale necessità si accompagna a quella di integrare le competenze digitali con altre abilità tecniche e, soprattutto, personali e comportamentali sul lavoro (soft skill), e dimostra come i lavoratori e la tecnologia siano complementari.

La tecnologia, infatti, può aiutare il lavoratore ad eseguire compiti, raccogliere e sintetizzare dati rapidamente, ma non può sostituire il contributo personale e relazionale nello svolgimento della propria professione.

I risultati di questo primo lavoro sperimentale muovono esattamente in questa direzione e dimostrano come le soft skill, e la creatività nello specifico, si articolino lungo percorsi idiosincratici, propri di ciascuna occupazione. La creatività, infatti, è caratterizzata da molteplici sfumature di contesto e di significato e si adatta diversamente, tra professioni e tra individui. L'approccio proposto in questo lavoro mostra come le tecniche di *machine learning* possono contribuire ad identificare i tratti di competenze da valorizzare nel contesto delle trasformazioni in atto nel mercato del lavoro.

Viene così superata la canonica distinzione tra professioni tecniche e professioni intellettuali e all'interno dello stesso grande gruppo o della stessa area di attività, si riscontrano andamenti differenziati.

Tale eterogeneità ci spinge a concludere che la formazione dei lavoratori deve investire fortemente sulle competenze *soft* e allo stesso tempo evidenzia le competenze di cui c'è maggiormente bisogno nello svolgimento del lavoro quotidiano.

L'analisi condotta nelle pagine precedenti ci permette dunque di fare alcune prime considerazioni.

Il primo tema riguarda l'importanza della creatività. Le tecniche di *machine learning* (*recommender system*) utilizzate per analizzare i dati derivanti dalle indagini condotte presso le imprese ci confermano innanzitutto che la creatività è una competenza ritenuta di grande interesse all'interno delle organizzazioni così come nell'ambito del contenuto del lavoro di molte professioni e che, in diversi contesti, si evidenzia inoltre tendenzialmente la necessità di potenziarla con specifiche attività di aggiornamento (fabbisogno formativo).

La seconda riflessione riguarda invece la caratteristica della trasversalità di questa competenza nell'ambito del mondo del lavoro. La creatività, come particolare tipologia di *soft skill*, è una variabile importante tanto nell'ambito del manifatturiero quanto nelle aziende e in altre organizzazioni impegnate nel variegato universo dei servizi o della pubblica amministrazione (per esempio sanità). Le prime analisi condotte sui dati mediante l'applicazione dell'algoritmo di *matrix completion* evidenziano, tuttavia, come i fabbisogni di creatività da potenziare con specifiche attività formative riguardino prevalentemente, sia nel manifatturiero (per esempio nell'ambito della fabbricazione di prodotti in metallo, apparecchiature elettriche e altri macchinari) che nei servizi, alcuni raggruppamenti professionali.

Nel manifatturiero, per esempio, la creatività (e la necessità di un suo aggiornamento) riguarda innanzitutto gli artigiani e gli operai specializzati (grande gruppo 6 della Classificazione delle professioni) così come i conduttori di impianti e gli operai di macchinari fissi (grande gruppo 7), in pratica figure professionali a vario titolo riconducibili alle qualifiche triennali e quadriennali dei percorsi di Istruzione e formazione professionale (IeFP), vale a dire delle cosiddette filiere formative professionalizzanti.

Il fabbisogno di creatività, insomma, sembra concentrarsi innanzitutto in capo a quelle professioni che utilizzano l'esperienza e applicano le conoscenze tecnico-pratiche dei materiali, degli utensili e dei processi per realizzare lavori di vario tipo, costruire, riparare o mantenere manufatti, oggetti e macchine.

Detto in altri termini la creatività (la necessità che sia potenziata) rappresenta un valore importante anche per un gruppo di professioni non tradizionalmente, almeno nelle attese degli analisti e forse anche degli stessi lavoratori, contraddistinte da un uso intensivo di questa competenza.

Bibliografia

- ACEMOGLU D., AUTOR D. (2011), Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. In *Handbook of labour economics* (Vol. 4, pp. 1043-1171). Elsevier
- AKERMAN A., GAARDER I., MOGSTAD M. (2015), The skill complementarity of broadband internet, *The Quarterly Journal of Economics*, 130(4), 1781-1824
- AMABILE T. M. (1983), The social psychology of creativity: A componential conceptualization, *Journal of personality and social psychology*, 45(2), 357
- ANDERSON M., BALL M., BOLEY H., GREENE S., HOWSE N., LEMIRE D., MCGRATH S. (2003), *Racofi: a Rule-Aplying Collaborative Filtering System. Proceedings of IEEE/WIC COLA'03*, Halifax, Canada
- AUTOR D. H., LEVY F., MURNANE R. J. (2003), The skill content of recent technological change: An empirical exploration, *The Quarterly journal of economics*, 118(4), 1279-1333
- AUTOR D. H. (2014), Skills, education, and the rise of earnings inequality among the "other 99 percent", *Science*, 344(6186), 843-851
- BACIGALUPO M., KAMPYLIS P., PUNIE Y., VAN DEN BRANDE G. (2016), *EntreComp: The entrepreneurship competence framework*, JRC (Joint Research Centre) Science for policy report
- BARON-COHEN S. (2000), *Theory of mind and autism: A fifteen year review. Understanding other minds: Perspectives from developmental cognitive neuroscience*, 2, 3-20
- BASADUR M., GRAEN G. B., GREEN S. G. (1982), Training in creative problem solving: Effects on ideation and problem finding and solving in an industrial research organization. *Organizational Behavior and human performance*, 30(1), 41-70
- BEAUDRY P., GREEN D.A., SAND B. M. (2016), The great reversal in the demand for skill and cognitive tasks, *Journal of Labor Economics*, 34(S1), S199-S247
- BRYNJOLFSSON E., MCAFEE A. (2014), *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. WW Norton & Company
- CAPUANO N., IANNONE R., GAETA M., MIRANDA S. (2013), A recommender system for learning goals, *Conference Paper in Communications in Computer and Information Science* January 2013

- CIAPPEI C., CINQUE M. (2014), *Soft skills per il governo dell'agire*, Milano, Franco Angeli
- CIPRIANI A. (2018), La partecipazione innovativa dei lavoratori. Creatività e contraddizioni nel lavoro 4.0, in *Il lavoro 4.0. La Quarta rivoluzione industriale e le trasformazioni delle attività lavorative* (a cura di Cipriani, A., Gramolati, A., Mari, G.), Firenze University Press
- COMMISSIONE EUROPEA (2020), *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, Un'agenda per le competenze per l'Europa per la competitività sostenibile, l'equità sociale e la resilienza*
- CORTESE C.G., VERANO R., FANTINI C. (2015), Le competenze soft come fattore-chiave per il successo delle imprese: una proposta di modello, in *Personale e lavoro*, numero 571
- DAWSON N., RIZOIU M.A., WILLIAMS M.A. (2020), *Job Transitions in a Time of Automation and Labor Market Crises*. arXiv preprint arXiv:2011.11801
- DE BONO E., ZIMBALIST E. (1970), *Lateral thinking* (pp. 1-32), London: Penguin
- DE BONO E. (1992), *Six Thinking Hats for Schools*, Hawker Brownlow Education
- DEMING D. J. (2017), The growing importance of social skills in the labor market, *The Quarterly Journal of Economics*, 132(4), 1593-1640
- DEMING D. J. (2017), The value of soft skills in the labor market. NBER Reporter, (4),7-11
- DI BITONTO P., LATERZA M., ROSELLI T., ROSSANO V. (2010), Un metodo knowledge-based per la raccomandazione in e-learning, sta in A. Andronico, A. Labella, F. Patini (Eds.): *Didamatica*, 2010
- FRANCESCHETTI M., GUARASCIO D. (2018), Il lavoro ai tempi del management algoritmico. Taylor è tornato?, in *Rivista Giuridica del Lavoro e della Previdenza Sociale* (trimestrale), numero 4, pp.705-728, Roma, Ediesse
- FRIGOTTO M. L., RICCABONI M. (2011), A few special cases: scientific creativity and network dynamics in the field of rare diseases, *Scientometrics*, 89(1), 397-420
- ISTAT (2020), *Rapporto sulla competitività dei settori produttivi*
- LE BOTERF G. (1994), *De la competence. Essai sur un attracteur étranger*. Paris, Editions d'Organisation
- JAMES R. F., JAMES M. L. (2004), Teaching career and technical skills in a "mini" business world, in *Business Education Forum* (Vol. 59, pp. 39-41). National Business Education Association
- KATZ L.F., MARGO R. A. (2014), Technical change and the relative demand for skilled labor: The united states in historical perspective, in *Human capital in history: The American record* (pp. 15-57). University of Chicago Press
- 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

- LEVY F., MURNANE R. J. (2012), *The new division of labor: How computers are creating the next job market*. Princeton University Press
- LOVERGINE S., PELLERO A. (2019), *Quale futuro per il lavoro: analisi della letteratura sugli impatti della robotica*, INAPP Paper numero 18
- MARGIOTTA U. (2012), *Capitale formativo e welfare delle persone. Verso un nuovo contratto sociale*, in www.metis.progedit.com (Metis. Mondi educative. Temi indagini e suggestioni)
- MAZUMDER R., HASTIE T., TIBSHIRANI R. (2009), *Regularization methods for learning incomplete matrices*, arXiv preprint arXiv:0906.2034
- MAZUMDER R., HASTIE T., TIBSHIRANI R. (2010), Spectral regularization algorithms for learning large incomplete matrices, *Journal of Machine Learning Research*, 11, 2287–232232
- MELVIN R., WEBER M.R., FINLEY D.A., CRAWFORD A., RIVERA D. (2009), *An exploratory study identifying soft skill competencies in entry-level managers*, *Tourism and hospitality researche*, 9 (4)
- MURNANE R. J., WILLETT J. B., LEVY F. (1995), *The growing importance of cognitive skills in wage determination* (No. w5076). National Bureau of Economic Research
- MUZIO E., FISHER D. J., THOMAS E. R., PETERS V. (2007), Soft skills quantification (SSQ) For project manager competencies, *Project Management Journal*, 38(2), 30-38
- NEFFKE F., HENNING M. (2013), Skill relatedness and firm diversification, *Strategic Management Journal*, 34(3), 297-316.35
- NUSSBAUM M. (2012), *Creare capacità. Liberarsi dalla dittatura del Pil*, Il Mulino, Bologna
- PELLERER M. (2016), Orientamento come potenziamento della persona umana in vista della sua occupabilità: il ruolo delle soft skills, o competenze professionali personali generali, *Rassegna CNOS*, 1, pp.41-50
- PELLERER M. (2017), *Soft skill e orientamento professionale*, Cnos-Fap
- PRADNYA V.K., SUNIL R. (2020), Recommender System in eLearning: A Survey, in *Proceeding of International Conference on Computational Science and Applications* (pp.119-126)
- PREMACK D., WOODRUFF G. (1978), Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and brain sciences*, 1(4), 515-526
- RAINSBURY E., HODGES D.L., BURCHELL N., LAY M.C. (2002), Ranking workplace competencies: *Student and graduate perceptions*.37
- RECHT B. (2011), A Simpler Approach to Matrix Completion, *Journal of Machine Learning Research*, 12(12)
- SONGER N. B., NEWSTADT M. R., LUCCHESI K., RAM P. (2019), Navigated learning: An approach

- for differentiated classroom instruction built on learning science and data science foundations, in *Human Behavior and Emerging Technologies* published by Wiley Periodicals, Inc., 2020;2:93–105
- STERNBERG R. J., LUBART T.I. (1999), The concept of creativity: Prospects and paradigms, *Handbook of creativity*, 1, 3-15.40.
- TUCCIARELLI M. (2014), *Coaching e sviluppo delle soft skills*, Brescia, La Scuola
- UNIONE EUROPEA (2011), *Transferability of Skills across Economic Sectors: Role and Importance for Employment at European Level*, Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2011
- WALKER A., RECKER M., LAWLESS K., WILEY D. (2004), Collaborative information filtering: A review and an educational application, *International Journal of Artificial Intelligence and Education*, 14: 3-28
- WEST M.A., FARR J.L. (1990), *Innovation and creativity at work: Psychological and organizational strategies*, John Wiley & Sons
- ZINGARELLI D. (2014), Analisi dei fabbisogni formativi, in *Nuove parole della formazione* (a cura di Lipari, D., Pastore, S.), Roma, Edizioni Palinsesto.