



**CENTRO ALTI STUDI
PER LA DIFESA**



**ISTITUTO DI RICERCA E
ANALISI DELLA DIFESA**

**Istituto Superiore di Stato Maggiore Interforze
24° Corso - 1ª Sezione - 1° Gruppo di Lavoro**

**“Disruptive Technologies e Formazione: il futuro
della Professional Military Education”**

(AR-SMD-07)





ISTITUTO DI RICERCA E ANALISI DELLA DIFESA

L'Istituto di Ricerca e Analisi della Difesa (di seguito IRAD), per le esigenze del Ministero della Difesa, è responsabile di svolgere e coordinare attività di ricerca, alta formazione e analisi a carattere strategico sui fenomeni di natura politica, economica, sociale, culturale, militare e sull'effetto dell'introduzione di nuove tecnologie che determinano apprezzabili cambiamenti dello scenario di difesa e sicurezza, contribuendo allo sviluppo della cultura e della conoscenza a favore della collettività e dell'interesse nazionale.

L'IRAD, su indicazioni del Ministro della difesa, svolge attività di ricerca in accordo con la disciplina di Valutazione della Qualità della Ricerca e sulla base della Programma nazionale per la ricerca, sviluppandone le tematiche in coordinamento con la Direzione di Alta Formazione e Ricerca del CASD.

L'Istituto provvede all'attivazione e al supporto di dottorati di ricerca e contribuisce alle attività di Alta Formazione del CASD nelle materie d'interesse relative alle aree: Sviluppo Organizzativo; Strategia globale e sicurezza/Scienze Strategiche; Innovazione, dimensione digitale, tecnologie e cyber security; Giuridica.

L'Istituto opera in coordinamento con altri organismi della Difesa e in consorzio con Università, imprese e industria del settore difesa e sicurezza; inoltre, agisce in sinergia con le realtà pubbliche e private, in Italia e all'estero, che operano nel campo della ricerca scientifica, dell'analisi e dello studio.

L'Istituto, avvalendosi del supporto consultivo del Comitato scientifico, è responsabile della programmazione, consulenza e supervisione scientifica delle attività accademiche, di ricerca e pubblicistiche.

L'IRAD si avvale altresì per le attività d'istituto di personale qualificato "ricercatore della Difesa, oltre a ricercatori a contratto e assistenti di ricerca, dottorandi e ricercatori post-dottorato.

L'IRAD, situato presso Palazzo Salviati a Roma, è posto alle dipendenze del Presidente del CASD ed è retto da un Ufficiale Generale di Brigata o grado equivalente che svolge il ruolo di Direttore.

Il Ministro della Difesa, sentiti il Capo di Stato Maggiore della Difesa, d'intesa con il Segretario Generale della Difesa/Direttore Nazionale degli Armamenti, per gli argomenti di rispettivo interesse, emana le direttive in merito alle attività di ricerca strategica, stabilendo le linee guida per l'attività di analisi e di collaborazione con le istituzioni omologhe e definendo i temi di studio da assegnare all'IRAD.

I ricercatori sono lasciati liberi di esprimere il proprio pensiero sugli argomenti trattati: il contenuto degli studi pubblicati riflette quindi esclusivamente il pensiero dei singoli autori e non quello del Ministero della Difesa né delle eventuali Istituzioni militari e/o civili alle quali i Ricercatori stessi appartengono.



**CENTRO ALTI STUDI
PER LA DIFESA**



**ISTITUTO DI RICERCA E
ANALISI DELLA DIFESA**

**Istituto Superiore di Stato Maggiore Interforze
24° Corso - 1^a Sezione - 1° Gruppo di Lavoro**

**“Disruptive Technologies e Formazione: il futuro
della Professional Military Education”**



(AR-SMD-07)

“Disruptive Technologies e Formazione: il futuro della Professional Military Education”



NOTA DI SALVAGUARDIA

Quanto contenuto in questo volume riflette esclusivamente il pensiero dell'autore, e non quello del Ministero della Difesa né delle eventuali Istituzioni militari e/o civili alle quali l'autore stesso appartiene.

NOTE

Le analisi sono sviluppate utilizzando informazioni disponibili su fonti aperte.

Questo volume è stato curato dall'**Ufficio Studi, Analisi e Innovazione dell'IRAD.**

Direttore

Col. c. (li) s. SM Gualtiero Iacono

Capo dell'Ufficio Studi, Analisi e Innovazione

Col. AArn Pil. Loris Tabacchi

Progetto grafico

**1° Mar. Massimo Lanfranco – C° 2^a cl. Gianluca Bisanti – Serg. Manuel Santaniello –
Ass. Amm. Massimo Bilotta**

Revisione e coordinamento

**Ten. Col. Luigi Bruschi – S.Ten. Elena Picchi – Funz. Amm. Aurora Buttinelli –
Ass. Amm. Anna Rita Marra**

Autore

ISSMI – 24° Corso 1^a Sezione 1° Gruppo di Lavoro

Stampato dalla Tipografia del Centro Alti Studi per la Difesa

Istituto di Ricerca e Analisi della Difesa

Ufficio Studi, Analisi e Innovazione

Palazzo Salviati

Piazza della Rovere, 83 - 00165 – Roma

tel. 06 4691 3205

e-mail: irad.usai.capo@casd.difesa.it

chiusa a ottobre 2022

ISBN 979-12-5515-040-4

CENTRO ALTI STUDI PER LA DIFESA

ISTITUTO SUPERIORE DI STATO MAGGIORE INTERFORZE

24° CORSO SUPERIORE DI STATO MAGGIORE INTERFORZE

1^a Sezione - 1° GdL

Disruptive Technologies e Formazione: il futuro della Professional Military Education

Cod. AR-SMD-07

Anno Accademico 2021 - 2022

COMPOSIZIONE DEL GRUPPO DI LAVORO

Ten. Col. (AM)	PETRILLO	Pasquale	<i>Presidente</i>
Magg. (EI)	GIGANTE	Alessio	<i>Segretario</i>
Ten. Col. (AM)	BERGAMINI	Fabio	
Ten. Col. (AM)	COSTANTINI	Riccardo	
Magg. (EI)	GISSI	Luigi	
C.F. (ARG)	GRANJA	Juan Cruz	
Ten. Col. (NER)	ISSOUFOU	Abdoulaye	
Dott.	LISI	Claudio	
C.C. (MM)	MONTELLA	Gianluca	
C.C. (MM)	MURIANNI	Biagio	
Magg. (EI)	MUTOLO	Pietro	
Magg. (AM)	PALERMO	Irene	
Magg. (EI)	PARISI	Francesco	
Magg. (EI)	TOSTI	Eugenio	

INDICE

ABSTRACT	Pag. 1
INTRODUZIONE	Pag. 2
CAPITOLO I - LINEAMENTI GENERALI DELL' INNOVAZIONE TECNOLOGICA E NASCITA DELLE DISRUPTIVE TECHNOLOGIES	Pag. 6
1. Generalità ed evoluzione delle tecnologie	Pag. 6
2. L'Intelligenza Artificiale	Pag. 11
<i>a) Cenni storici</i>	Pag. 13
<i>b) Elementi fondamentali per il funzionamento dell'Intelligenza Artificiale</i>	Pag. 14
<i>c) Miti e paure dell'Intelligenza Artificiale</i>	Pag. 15
3. Machine Learning	Pag. 18
4. Deep Learning	Pag. 22
5. Blockchain	Pag. 26
CAPITOLO II - L'ESIGENZA FORMATIVA NEL QUADRO DELLA PROFESSIONAL MILITARY EDUCATION	Pag. 31
1. Formazione e Disruptive Technologies nel contesto civile	Pag. 31
2. La formazione nell'ambito della Difesa	Pag. 35
<i>a) Inquadramento giuridico/normativo</i>	Pag. 35
<i>b) Il processo di formazione delle competenze nel mondo militare</i>	Pag. 36
<i>c) Il sistema di organizzazione delle competenze</i>	Pag. 43
<i>d) Il ruolo del Centro Alti Studi per la Difesa</i>	Pag. 46
3. NATO e Formazione	Pag. 47
<i>a) Istruzione e formazione nelle operazioni a guida NATO</i>	Pag. 48
<i>b) Defence Education Enhancement Program</i>	Pag. 48

CAPITOLO III - POSSIBILI APPLICAZIONI DELLE DISRUPTIVE TECHNOLOGIES NELLA PROFESSIONAL MILITARY EDUCATION	Pag. 51
1. L'apprendimento formale, informale e non formale	Pag. 51
a) <i>Adaptive learning: obiettivo da raggiungere nel breve termine</i>	Pag. 53
b) <i>L'importanza delle soft skills</i>	Pag. 55
c) <i>Il ruolo delle Disruptive Technologies nel futuro della formazione: verso un lifelong e lifewide learning</i>	Pag. 59
d) <i>Micro-learning e modelli di assessment dinamici per la formazione delle soft skills</i>	Pag. 61
e) <i>Il modello del recommendation system per una formazione personalizzata</i>	Pag. 64
f) <i>Gamification</i>	Pag. 66
2. L'Intelligenza Artificiale per la rivoluzione della Professional Military Education	Pag. 69
a) <i>Capire il rapporto Intelligenza Artificiale e formazione: tendenze e analisi rischi/benefici</i>	Pag. 69
b) <i>La gestione e l'erogazione della formazione</i>	Pag. 71
c) <i>L'uso dell'Intelligenza Artificiale nell'apprendimento e nella valutazione</i>	Pag. 73
d) <i>L'uso dell'Intelligenza Artificiale a sostegno dei formatori</i>	Pag. 78
e) <i>L'uso dell'Intelligenza Artificiale a sostegno del lifelong learning</i>	Pag. 80
3. Il futuro della Professional Military Education	Pag. 82
a) <i>Il predictive learning e il lavoro sul potenziale</i>	Pag. 82
b) <i>I modelli di certificazione dinamici di conoscenze e competenze: il "fascino" della blockchain</i>	Pag. 85
c) <i>Big Data interforze e Deep Learning: un futuro non troppo lontano</i>	Pag. 88
CONCLUSIONI	Pag. 93
BIBLIOGRAFIA	Pag. 95
ELENCO DEGLI ALLEGATI	
Allegato A: Elenco degli acronimi	
Allegato B: Grafici e tabelle	

ABSTRACT

Il presente lavoro analizza le *Disruptive Technologies* maggiormente connesse alla filiera della formazione e le pone in relazione con le esigenze e le peculiarità della *Professional Military Education*, chiamata a plasmare uno strumento militare in grado di operare in ambienti sempre più complessi. Alcune di queste tecnologie, come l'Intelligenza Artificiale e le modalità applicative del *Machine Learning* e del *Deep Learning*, hanno trovato utile impiego anche nell'ambito della formazione e influenzano sempre di più il rapporto docente/discente e le modalità d'insegnamento e di apprendimento. Lo Stato Maggiore della Difesa considera da tempo il *lifelong learning* e il *lifewide learning* come pilastri della formazione del futuro e, in tale ottica, l'impiego delle tecnologie dirompenti assume un ruolo decisivo. Le *Disruptive Technologies* abbattano le barriere fisiche, geografiche e temporali dell'insegnamento e dell'apprendimento, rendendo la formazione sempre più fruibile, competitiva, interconnessa e flessibile. La recente crisi pandemica ha accelerato questo processo, spingendo gli Istituti di formazione militare a potenziare le tecnologie necessarie all'insegnamento a distanza, rivoluzionando le metodologie didattiche tradizionali. Il lavoro esamina con metodo scientifico le potenzialità dell'Intelligenza Artificiale, evidenziando come questa tecnologia potrebbe generare delle innovazioni dagli effetti dirompenti, in grado di cambiare radicalmente le modalità con cui concepire, gestire ed erogare la *Professional Military Education*. Il Gruppo di Lavoro ha cercato di intercettare le iniziative già in fase di sperimentazione in ambito civile, talvolta ancora allo stato embrionale, selezionando le realtà più virtuose dalle quali mutuare *best practices* da applicare alla formazione militare. In particolare, sono state effettuate delle interviste ad alcuni luminari del settore, al fine di identificare le nuove frontiere dell'insegnamento e lo stato dell'arte nel mondo delle *Disruptive Technologies* applicate alla formazione per valutarne in maniera critica l'applicabilità in ambito militare. Sono state sviluppate, infine, alcune proposte che identificano nel *predictive learning*, nei modelli di certificazione dinamici basati sulla *blockchain* e nella creazione di un *Big Data* interforze la strada maestra da seguire per dare vita a una vera e propria rivoluzione copernicana della *Professional Military Education*. È stato avvincente addentrarsi in un settore ancora poco esplorato, nel tentativo di gettare un fascio di luce su una realtà che è in continua evoluzione.

INTRODUZIONE

Il progresso tecnologico rappresenta il motore della società, dell'industria e dell'informazione del nostro secolo: ogni processo, anche il più tradizionale, è costantemente influenzato e migliorato dalla tecnologia che avanza. Questo fenomeno è talmente radicato e rapido che le procedure, i prodotti e i servizi, in qualsiasi settore, diventano presto obsoleti e inefficienti se non si aprono alle nuove tecnologie, integrandole al proprio interno quasi con cadenza quotidiana. L'innovazione tecnologica è spinta dalla continua evoluzione delle conoscenze tecnico-scientifiche, che fungono da innesco per la creazione delle nuove tecnologie utilizzate dal settore pubblico e dalle imprese private per migliorare i prodotti e i servizi offerti. Alcune di esse, le cosiddette Disruptive Technologies, sono però particolari: la loro introduzione crea uno sconvolgimento delle variabili di mercato, perché cambiano radicalmente le procedure di produzione di un bene o le modalità di fruizione di un servizio, oppure ne inventano di nuovi, impattando in maniera determinante sulle abitudini della popolazione. Le tecnologie dirompenti, infatti, il più delle volte non si limitano a migliorare un prodotto, un processo o un servizio già esistente, ma offrono qualcosa di nuovo, inatteso e destabilizzante. Esse favoriscono la nascita di nuovi segmenti di mercato e stimolano nuovi bisogni e aspettative nei consumatori. Il Paese, l'industria, l'azienda, la bottega e finanche il singolo cittadino, che non sentono la necessità di acquisire quella specifica tecnologia o che, per diversi fattori esogeni o endogeni, non riescono a utilizzarla efficacemente, rischiano di compromettere il proprio ruolo nell'arena internazionale, di trovarsi fuori dal mercato e di perdere parte dei propri clienti e dei propri profitti. Di contro, le Disruptive Technologies creano delle opportunità per chi possiede un'organizzazione flessibile, per gli sperimentatori, per le aziende che investono e credono nell'innovazione e, soprattutto, per le startup: esse, cominciando da zero, non hanno un segmento di mercato da difendere, anzi sono incentivate a conquistarlo mediante l'utilizzo di tecnologie che, oltre a essere innovative, siano anche capaci di rivoluzionare a proprio vantaggio l'architettura esistente. Esempi di tecnologie che non hanno solo migliorato, ma addirittura cambiato il paradigma della produzione e della fornitura di servizi sono molteplici: dalla blockchain all'Intelligenza Artificiale, fino alla realtà virtuale e aumentata. Esse hanno provocato una vera e propria rivoluzione tecnologica e sociale, generando un effetto dirompente sul mercato con il lancio di prodotti e servizi inediti, quasi da fantascienza: le criptovalute, i web-based video, il commercio collaborativo, i servizi di ride-sharing e così via.

L'innovazione tecnologica e, più in particolare, l'impatto delle Disruptive Technologies, ha investito il mercato nella sua globalità, compreso il settore della formazione e, in tale ambito, la Professional Military Education. Il tempo in cui maestri e professori avevano a disposizione solo gesso, lavagna e libri di testo per trasmettere il sapere a studenti seduti fra i banchi di scuole e università è oramai un vecchio ricordo: le lavagne interattive multimediali (LIM), la didattica a distanza, le piattaforme didattiche, l'e-learning, i learning objects e i social network didattici rappresentano solo alcuni esempi di utilizzo delle nuove tecnologie nel campo della formazione. L'apprendimento è diventato sempre più smaterializzato e delocalizzato: una quantità enorme di testi, quiz, appunti, immagini e video può essere caricata su un computer o su un tablet o resa consultabile in modalità online. Le lezioni possono essere tenute a distanza, collegandosi in rete in aule virtuali, oppure registrate, rese disponibili per la fruizione sul web e replicate all'infinito in qualsiasi momento della giornata e in qualsiasi parte del globo. La formazione, dunque, ha fatto ampio uso della tecnologia e si è trasformata, diventando più flessibile, personalizzata e competitiva. Insegnanti, studenti, esperti, tecnici o anche semplici persone interessate ad uno specifico argomento possono comunicare in tempo reale, scambiarsi opinioni, aprire un dibattito, chiedere delucidazioni, lavorare insieme su un progetto: la diffusione del sapere si è allargata nel tempo e nello spazio.

La letteratura relativa all'innovazione tecnologica e all'Intelligenza Artificiale è diventata sempre più vasta, mentre è ancora limitata quella che tratta dell'impiego delle tecnologie dirompenti nell'ambito della formazione, fino a diventare quasi inesistente quando si mettono in relazione tali tecnologie con la Professional Military Education. Per tale motivo, il Gruppo di Lavoro ha proceduto ad effettuare delle interviste ad esperti della materia, individuando gli strumenti che la formazione militare potrebbe mutuare dalle imprese civili. Il presente lavoro, pertanto, rappresenta una novità di settore, soprattutto quando si connettono le *best practices* dell'ambito civile alle esigenze formative del comparto Difesa. In tale quadro, l'obiettivo cardine del documento consiste nel collegare le potenzialità delle Disruptive Technologies con le esigenze particolari della Professional Military Education, con un focus sulle tecnologie che più si prestano all'insegnamento e all'apprendimento (capitolo I), in particolare sull'Intelligenza Artificiale e sulle sue applicazioni. Nel capitolo II, invece, verrà esaminata la dottrina di base della formazione militare che accompagna il personale della Difesa nei vari stadi della carriera, al fine di prepararlo, in maniera progressiva, a livelli crescenti e sequenziali di responsabilità. Verranno analizzati i concetti di *lifelong*, *lifewide* e *lifedeep learning*, applicati a ogni singola

unità, dal momento dell'incorporamento fino all'invio in quiescenza, con l'obiettivo di sviluppare in ciascuna di essa conoscenze, capacità e competenze sempre più avanzate e adeguate al ruolo e all'incarico. Con la progressione di carriera, infatti, si rende necessario saper decidere in maniera sempre più rapida e olistica, operare in posizioni di staff e di comando delicate, e assumere responsabilità sempre più rilevanti anche in ambito internazionale. Si evidenzierà come la formazione non si limiti all'aspetto militare, ma comprenda anche le dimensioni politica, diplomatica, economica, sociale e psicologica: il militare deve essere in grado di pianificare e condurre le operazioni, organizzare le attività in ambienti *joint* e *combined* e deve sviluppare una leadership adeguata al contesto in cui opera. Le Scuole Militari, le Accademie, le Scuole di Stato Maggiore e il Centro Alti Studi per la Difesa ricoprono un ruolo preciso nella filiera della formazione, concorrendo, in tempi e modalità diversi, al raggiungimento di un unico obiettivo: abilitare ogni singolo militare a svolgere al meglio le proprie funzioni. La formazione verrà esaminata da molteplici prospettive: essa, infatti, investe sia la dimensione verticale del militare, perché lo accompagna durante l'intera progressione di carriera, sia la sua dimensione orizzontale, perché allarga sempre di più i suoi "spazi" di apprendimento, sia, infine, la sua dimensione trasformativa o di profondità, perché si spinge fino a far emergere un senso etico e un sistema di valori che vanno al di là delle competenze professionali e che caratterizzano lo status di militare anche nella vita privata. La Professional Military Education riveste pertanto un ruolo di prim'ordine in ambito Difesa e il presente lavoro, in più punti, mette in rilievo la necessità di sfruttare le opportunità offerte dall'innovazione tecnologica e dalle Disruptive Technologies per offrire una formazione sempre più efficace e competitiva. Anche nella NATO questo tema è di tutto rilievo, difatti viene costantemente incluso nelle agende dei più importanti Working Groups e Boards dell'Alleanza, al fine di sviluppare una dottrina comune sul possibile impiego delle tecnologie dirompenti in materia di formazione. L'obiettivo è rendere il sistema formativo dei Paesi Alleati sempre più resiliente ed efficace, in grado di plasmare uno strumento militare preparato e professionale, chiamato a operare in ambienti complessi, multinazionali e interoperabili, con modalità d'azione e decisionali improntate al *comprehensive approach*.

Il capitolo III, infine, evidenzia la necessità di monitorare il settore civile, perché è proprio nelle aziende e nelle università che le Disruptive Technologies hanno fatto e faranno la differenza. Nel privato, infatti, la competitività è più sentita: restare indietro significa perdere ampie fette di mercato o addirittura non riuscire a sopravvivere. In particolare, il Gruppo di Lavoro, attraverso un esercizio di futuro, ha provato a immaginare delle possibili

soluzioni d'impiego delle nuove tecnologie in ambito formativo. Capire oggi la portata del cambiamento che l'innovazione tecnologica avrà sulla Professional Military Education non è impresa facile, in quanto la forbice degli effetti possibili è estremamente larga e non determinabile a priori. Appare evidente, tuttavia, che le Disruptive Technologies avranno un ruolo determinante nel rendere finalmente realizzabili l'*active learning* e la formazione personalizzata, garantendo lo sviluppo di *soft skills* e modelli di certificazione avanzata. Considerare questo aspetto come marginale e non dedicare alle tecnologie dirompenti la dovuta attenzione rischierebbe di rendere, anche a breve termine, la Professional Military Education obsoleta e anacronistica, se paragonata alla formazione erogata dal settore privato e dagli altri Paesi dell'Alleanza Atlantica.

Fra tutte le Disruptive Technologies, le potenzialità offerte dall'Intelligenza Artificiale giocheranno senz'altro un ruolo chiave nel settore della formazione del futuro. L'impiego di macchine che riescono ad auto-apprendere e generare output sempre più efficienti, difatti, potrebbe sconvolgere sia le modalità d'insegnamento, sia quelle di apprendimento, rendendo la formazione perfettamente adattabile alle caratteristiche e alle esigenze di ogni singolo studente. Le sfide aperte nel settore della formazione, pertanto, hanno una portata enorme e coinvolgeranno anche la Professional Military Education, chiamata a svolgere con la massima efficienza il ruolo di educatore dei militari del futuro. Ferme restando la centralità e l'insostituibilità dell'elemento umano, la Difesa dovrà tenersi pronta a intercettare e utilizzare al meglio l'emergere di nuove Disruptive Technologies, al fine di continuare ad offrire al proprio personale una formazione costante e di alto livello, in grado di abilitare ogni singolo militare a operare in un ambiente che diventa sempre più complesso ed esigente.

CAPITOLO I

LINEAMENTI GENERALI DELL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA E NASCITA DELLE DISRUPTIVE TECHNOLOGIES

1. Generalità ed evoluzione delle tecnologie

L'odierno contesto internazionale e sociale è caratterizzato da fenomeni globali che non hanno confini geografici o altri limiti materiali; per citarne alcuni, possiamo ricordare l'internazionalizzazione dei fenomeni sociali¹, l'innovazione tecnologica, la globalizzazione e l'iper-competizione, che rappresentano i temi dominanti degli studi sociali, tecnici e giuridici degli ultimi trent'anni. Questi fenomeni hanno trovato ampio spazio anche nell'ambito applicativo, soprattutto in campo scientifico e industriale. Fra questi, l'innovazione è il settore ritenuto preminente nella società contemporanea, in quanto è considerata, in un'ottica strategica, funzionale alla crescita economica e sociale della comunità globale. Chiunque si interfaccia con l'innovazione, difatti, riconosce a questo fenomeno il ruolo di *driver* della competitività² in settori di primaria importanza, come l'industria e la formazione che, di fatto, hanno raggiunto il massimo sviluppo proprio nelle aree geografiche dove la spinta innovativa è stata più incisiva.



Saper innovare, da questo punto di vista, comporta delle conseguenze tangibili anche nell'ambiente sociale, perché lo scopo ultimo è quello di migliorare la qualità dei prodotti

1 Pietro Fantozzi e Arianna Montanari, *Politica e mondo globale. L'internazionalizzazione della vita politica e sociale*, Carocci editore, 2008.
2 Vincenzo Morabito, *Project management office. Da leva organizzativa a driver di competitività*, Egea Editore, 2013.

destinati al consumo di massa³, aumentare i profitti aziendali e, come conseguenza logica, accrescere il benessere della collettività. Puntare sull'innovazione, difatti, ha delle ripercussioni positive anche sul livello di occupazione e, in parallelo, sullo sviluppo del territorio in termini di infrastrutture e servizi. L'innovazione è ormai diventata una sorta di imperativo categorico per la società del XXI secolo, un fattore del quale non si può più fare a meno e che funge da traino per tutti i settori del mercato. Nonostante si sia diffuso a macchia d'olio, non è facile determinare con precisione il significato del fenomeno innovativo⁴. Se guardiamo alla letteratura, ci rendiamo conto che esistono molteplici definizioni in materia, tutte interessanti e con un proprio valore aggiunto, che approcciano il tema da diverse angolazioni. Ad esempio, l'economista austriaco Schumpeter⁵, nella sua opera "Teoria dello sviluppo economico" pubblicata nel 1911, ha definito l'innovazione come: *"l'introduzione nel sistema economico e sociale di un nuovo prodotto, procedimento o sistema che, se genera successo, dà luogo a una fase di diffusione, in cui l'innovazione originaria viene imitata e adottata da altre imprese e da altri utilizzatori"* (Schumpeter, 1942, p. 38). Il professore Bucchi⁶ dell'Università di Trento, invece, vede l'innovazione come un processo complesso e non lineare in cui entrano in gioco diversi attori, il contesto e gli stessi utilizzatori. L'innovazione, in tale ottica, rappresenta anche un momento di cambiamento sociale e culturale⁷ che spesso richiede un certo tempo per diffondersi e intercettare i bisogni della società. Al di là dell'approccio adottato, il binomio ricerca-domanda di innovazione è diventato il *leitmotiv* dei dibattiti socioeconomici, perché si è radicata in tutti i settori la consapevolezza della necessità di dover innovare per sopravvivere e progredire. L'innovazione, in quanto caratteristica intrinseca della società, ha accompagnato l'evoluzione dell'uomo fin dalle origini della forma più primitiva di entità sociale. Nonostante la sua importanza, tuttavia, essa non ha sempre ricevuto l'attenzione di cui gode oggi; la sua rilevanza ha assunto un ruolo centrale solo negli anni Sessanta, quando è diventata un vero e proprio campo di ricerca. Nel 1965, presso la direzione Christopher Freeman⁸

3 Daniele Dalli e Simona Romani. Il comportamento del consumatore. Acquisti e consumi in una prospettiva di marketing. Ed. Franco Angeli editore 2016.

4 Riccardo Viale. La cultura dell'innovazione. Comportamenti e ambienti innovativi, ed. Il Sole 24 ore 2008.

5 Joseph Alois Schumpeter (Třešť, 8 febbraio 1883 – Taconic, 8 gennaio 1950) è stato un economista austriaco, tra i maggiori del XX secolo, divenuto famoso nel 1911 grazie alla sua prima opera "Teoria dello sviluppo economico", dove definisce il concetto di innovazione, Capitalismo, Socialismo, Democrazia (1942).

6 Massimiano Bucchi, Professore di scienza, tecnologia e società all'Università di Trento. Opera "Per un pugno di idee. Storie di innovazioni che hanno cambiato la nostra vita" (Bompiani, terza edizione, 2016).

7 Thomas Hylland Eriksen. Fuori controllo. Un'antropologia del cambiamento accelerato. Ed. Maverick per Einaudi, 2017.

8 Christopher Freeman è stato un economista inglese, fondatore e primo direttore dello SPRU (Science and Technology Policy Research) presso la University of Sussex.

dell'Università di Sussex, difatti, è stata fondata la prima unità di ricerca incentrata esclusivamente sull'innovazione, chiamata *Science Policy Research Unit* (SPRU). Essa riscosse un successo immediato grazie alla multidisciplinarietà del *team* di ricerca, composto da sociologi, psicologi e ingegneri, diventando ben presto un punto di riferimento internazionale per gli studi di settore. Da quel momento in poi, la consapevolezza del ruolo dell'innovazione⁹ quale fattore trainante dell'intera collettività è aumentata in modo esponenziale ed ha permeato tutti i settori. L'innovazione è diventata il fattore dominante della competitività che caratterizza la formazione, l'industria e la fornitura di servizi: rappresenta un vero e proprio vincolo per la società contemporanea, dominata da una concorrenza sempre più spinta e qualificata. Le ragioni che hanno portato alla centralità dell'innovazione sono da ricercare nelle forze che regolano l'economia mondiale¹⁰: la globalizzazione dei mercati, la delocalizzazione della produzione dovuta alla ricerca di risorse e manodopera a basso costo, l'investimento in risorse umane sempre più qualificate per far fronte a tecnologie sempre più sofisticate, e così via.

Alla luce del quadro sopra delineato, possiamo ora affrontare il tema cardine del presente capitolo e analizzare ciò che rappresenta l'ultima fase del processo innovativo, ovvero la diffusione a livello globale delle *Disruptive Technologies* (DTs). Partendo dalla loro nascita e ripercorrendo la loro evoluzione fino al giorno d'oggi¹¹, occorre soffermarsi in particolare sulle modalità attraverso cui queste tecnologie sono in grado di influenzare il normale funzionamento dei mercati o di specifici settori. Va in primo luogo evidenziato che l'innovazione tecnologica spazza via i sistemi e le abitudini ritenute superate, perché il suo primo obiettivo è quello di sostituire prodotti e tecnologie che, benché consolidati, risultano obsoleti. E, così facendo, introduce in seno alla società nuove tendenze e abitudini¹² che, proprio quando raggiungono il proprio apice, devono fare spazio e conformarsi ad ulteriori nuove tecnologie, sempre più avanzate, creando un circolo virtuoso potenzialmente senza fine. Il termine DTs è stato coniato dal professore Clayton M. Christensen¹³, della *Harvard Business School*, che nel suo *bestseller* "*The innovator's Dilemma*" utilizzò per la prima volta l'espressione "tecnologia dirompente". Nel suo saggio, Christensen divide le nuove tecnologie in due categorie: *sustaining* e *disruptive*. La corretta definizione e comprensione delle due diverse tipologie identificate da Christensen è di fondamentale importanza. Nello

9 Alberto Grando e Salvio Vicari, *Gestione della tecnologia, dell'innovazione e delle operations*, Egea Editore, 2019.

10 Maurizio De Pra, *Finalmente ho capito l'economia*. ed. Vallardi editore 2015.

11 Melissa Schilling e Francesco Izzo, *Gestione dell'innovazione*, Ed. McGraw-Hill Education editore, 2013.

12 Anna Zinole, *Nuovi stili di consumo in tempi di crisi. 10 tendenze emergenti*, Ed. Il Sole 24 Ore 2012.

13 Clayton Magleby Christensen (6 aprile 1952-23 gennaio 2020) è stato un accademico e consulente aziendale americano che ha sviluppato la teoria della "innovazione dirompente", che è stata definita l'idea di *business* più influente dell'inizio del 21° secolo. (*The Innovator's Dilemma*, edito da Harvard Business Review press, anno 1997).

specifico, la tecnologia di sostegno, essendo già consolidata e largamente impiegata, si basa su miglioramenti incrementali. La tecnologia dirompente, di contro, è poco “raffinata” e può comportare problemi d’impiego o avere difetti di prestazione proprio perché è di nuova introduzione. Questa categoria, pertanto, è rivolta a un pubblico limitato e potrebbe non trovare un’applicazione pratica comprovata. Secondo la teoria di Christensen, la tecnologia dirompente ha successo se è in grado di generare una rete di valore e un nuovo indotto economico a vantaggio di fornitori e distributori. Essi, infatti, utilizzeranno dei modelli imprenditoriali innovativi¹⁴, rivolti a un segmento di fascia bassa o che ricercano nuovi clienti, allo scopo di far entrare nel mercato un nuovo prodotto a prezzi sempre più accessibili. Un esempio di scuola è costituito dalla “macchina vocale elettrica” di Alexander G. Boban Bell¹⁵ che, alla fine di un lungo periodo di sperimentazione, trovò un impiego globale col nome di telefono. In quest’ottica, le DTs hanno lo scopo di creare prodotti sempre più convenienti per ampliare quanto più possibile la platea dei consumatori. Christensen, nel suo libro, sottolinea come le grandi aziende siano in realtà progettate per lavorare con tecnologie di supporto. Esse rappresentano l’eccellenza di settore e riescono ad intercettare i bisogni dei propri clienti senza la necessità di ulteriori elementi innovativi e, pertanto, hanno difficoltà a capitalizzare le potenziali economie di scala, i risparmi sui costi e le nuove opportunità di *marketing* offerte dalle tecnologie dirompenti. In tale contesto, le aziende che non tengono nella dovuta considerazione le potenzialità delle nuove tecnologie sono destinate a perdere quote di mercato a favore delle concorrenti che hanno optato per la loro integrazione nella catena della produzione. Gli esempi di tecnologie dirompenti introdotte nelle strutture aziendali sono innumerevoli:

- il *personal computer* ha sostituito le macchine da scrivere, cambiando per sempre il modo di lavorare e di comunicare;
- il sistema operativo Windows ha migliorato e reso più efficiente il settore del *computing*;
- l’*e-mail* ha trasformato il modo di comunicare, sostituendo in gran parte la scrittura di lettere;
- i telefoni portatili hanno permesso di comunicare 24 ore su 24 e mantenere il contatto con persone e clienti in ogni parte del globo;
- i pc portatili permettono allo stesso tempo di muoversi e lavorare, anche fuori dai luoghi di lavoro;

14 Angelo Luigi Marchetti e Tiberio Tesi. L'imprenditore e il manager: Costruire una sintonia per far nascere le PMI. Ed. Egea editori, 2021.

15 Alexander Graham Bell (Edimburgo, 3 marzo 1847-Beinn Bhreagh, 2 agosto 1922) è stato un ingegnere, inventore e scienziato britannico naturalizzato statunitense. È stato il primo a brevettare un telefono funzionale ed è noto nella cultura popolare e in gran parte della comunità scientifica come l'inventore di tale apparecchio.

- gli *smartphone* stanno sostituendo i *laptop* perché sempre più completi e muniti di applicazioni all'avanguardia;
- il *cloud computing*, una tecnologia estremamente dirompente nel mondo degli affari, è in grado di sostituire molte risorse che altrimenti dovrebbero essere localizzate all'interno dell'azienda;
- il *social networking* ha avuto un impatto importante a livello globale, perché ha ridotto l'utilizzo del telefono, dell'invio di *mail*, della messaggistica istantanea e delle pianificazioni degli eventi.

Definire il carattere “*emerging*” o “*disruptive*”¹⁶ di una certa tecnologia è sicuramente un'operazione più semplice se fatta a posteriori. Guardando indietro nel tempo, infatti, è possibile identificare quale tecnologia abbia effettivamente prodotto una piccola o grande innovazione in un determinato settore in un dato periodo storico. La vera sfida per gli esperti risiede proprio nell'interpretare i *trend* attraverso delle analisi predittive e cercare di anticipare le tendenze sociali per porsi in una condizione di vantaggio nei confronti dei propri *competitors* a prescindere dal campo di applicazione e di interesse. Non è quindi possibile definire con certezza a priori quali tecnologie possiedano in sé il requisito della *disruptiveness*: un'innovazione che, all'apparenza, può apportare solo semplici miglioramenti a un dato processo o alle caratteristiche di un dato prodotto potrà rivelarsi dirompente e sconvolgere una parte del mercato. Viceversa, una tecnologia che sembra possedere tutti i requisiti per essere definita *disruptive*, una volta introdotta, potrebbe non riuscire a cambiare l'architettura del mercato e trovare impiego solo ai fini del miglioramento di processi e prodotti già in essere.

Alcune organizzazioni, come la NATO e l'Unione Europea, ma anche numerose università, hanno provato a stilare un elenco dettagliato delle tecnologie dirompenti, ma non esiste, ad oggi, una lista formalmente accettata. A titolo di esempio, la NATO¹⁷ considera *Emerging Disruptive Technologies* le seguenti otto:

- *Big Data e Advanced Analytics (BDAA)*;
- *Intelligenza Artificiale (IA)*;
- *Autonomia*;
- *Tecnologie quantistiche (TQ)*;
- *Tecnologie spaziali*;
- *Tecnologie ipersoniche*;

16 Larry Downes e Paul Nunes, *Big Bang disruption. L'era dell'innovazione devastante*. ed. Egea Editore, 2017.

17 Alessandro Savini e Danilo Mattera, *Emerging and disruptive technologies: quale impatto per la Nato Geopolitical briefs*, 30 dicembre 2020.

- *Bio and Human Enhancement Technologies;*
- *Novel Materials & Manufacturing.*
- *La European Defence Agency¹⁸ (EDA), invece, annovera fra le DTs:*
- *Artificial intelligence;*
- *Big data;*
- *Quantum Technology;*
- *Robotics;*
- *Autonomous Systems;*
- *New advanced materials;*
- *Blockchain;*
- *Hypersonic weapons systems;*
- *Biotechnologies applied to human enhancements.*

Questa mancanza di univocità nella definizione delle DTs non va considerata di per sé un problema. Le sovrapposizioni tra i vari elenchi reperibili in letteratura sono molteplici e, tra le tante tecnologie annoverate, solo alcune verranno trattate nel presente lavoro perché ritenute più idonee a trovare concreta applicazione nell'ambito della formazione. Verranno analizzate, in tale ottica, l'IA, con particolare attenzione al *Machine Learning* (ML) e al *Deep Learning* (DL), e la *blockchain*, le cui peculiarità legate alla formazione del personale verranno esposte nel capitolo II. I relativi approfondimenti applicativi, invece, volti a verificarne in concreto l'utilizzabilità, verranno esaminati nel capitolo III.

2. L'Intelligenza Artificiale

I prodromi dell'IA sono da ricercare nel processo di digitalizzazione, ormai in corso da decenni, che consiste nell'introduzione di dispositivi e processi capaci di trasmettere ed elaborare enormi masse di dati con una velocità fino ad ora impensabile¹⁹. Le tecnologie digitali, di cui l'IA è un esempio, permettono la standardizzazione delle attività di *routine* in tutti gli ambiti della loro applicazione. Allo stesso tempo, tuttavia, contribuiscono alla creazione di un'enorme rete di scambio e condivisione di informazioni, che le persone utilizzano costantemente, il più delle volte in modo del tutto inconsapevole. L'uso intensivo di questa tecnologia genera grandi moli di dati che costituiscono la "materia grezza" alla base del funzionamento dell'IA. L'impiego della tecnologia, dallo *smartphone* al PC,

18 A seguito della *high-level conference: impact of emerging disruptive technologies on defence* (20 aprile 2021) <https://eda.europa.eu/news-and-events/news/2021/04/20/high-level-conference-discussed-impact-of-emerging-disruptive-technologies-on-defence>.

19 Dario Guarascio e Stefano Sacchi, *Digitalizzazione, automazione e futuro del lavoro*, INAPP (Istituto Nazionale per l'Analisi delle Politiche Pubbliche), 2017.

passando per qualsiasi *device* connesso ad internet, genera un flusso di comunicazioni che viene tracciato e processato con estrema precisione. L'obiettivo finale è quello di fornire agli utenti un'esperienza di utilizzo della tecnologia che sia il più possibile personalizzata, ovvero che rifletta la variazione delle loro preferenze nel corso del tempo. I cambiamenti introdotti dai processi di digitalizzazione, però, a differenza di quanto accadeva in passato, non sono dati da una singola tecnologia, come era avvenuto ad esempio per l'elettricità o per il vapore, ma da un insieme di tecnologie. La trasformazione digitale, inoltre, in qualunque ambito applicativo, richiede ingenti investimenti di materiali e di tempo e, pertanto, non è sempre rapidissima.

Dopo questa breve premessa, occorre analizzare nel dettaglio l'IA, in quanto si ritiene che la stessa possa rivestire, più delle altre DTs, un ruolo determinante nell'ambito della formazione. Secondo l'enciclopedia Treccani, l'IA è la: *“disciplina che studia se e in che modo si possano riprodurre i processi mentali più complessi mediante l'uso di un computer. Tale ricerca si sviluppa secondo due percorsi complementari: da un lato l'IA cerca di avvicinare il funzionamento dei computer alle capacità dell'intelligenza umana, dall'altro usa le simulazioni informatiche per fare ipotesi sui meccanismi utilizzati dalla mente umana”*²⁰. La Stanford University, invece, afferma che: *“l'IA è una scienza e un insieme di tecniche computazionali che vengono ispirate, pur operando tipicamente in maniera diversa, dal modo in cui gli esseri umani utilizzano il proprio sistema nervoso e il proprio corpo per sentire, imparare, ragionare e agire”*²¹. L'IA, quindi, può essere definita come un insieme di tecnologie in grado di emulare l'essere umano in termini di processi mentali e di pensiero. Alla stregua di quanto accade per l'uomo, l'IA deve ricevere un'istruzione iniziale per poter apprendere ed emulare la mente umana. Si tratta pur sempre di un programma informatico che richiede un codice di programmazione e degli algoritmi idonei allo scopo. La differenza tra l'IA ed un tradizionale programma informatico è però sostanziale: quest'ultimo porta ad un risultato predeterminato, con il vantaggio che la macchina ha una velocità e una potenza di calcolo enormemente maggiori rispetto alla mente umana. L'IA, invece, possiede la capacità di fornire degli *output* non necessariamente limitati al programma di partenza, ma che riflettono le tante possibili risposte che un ragionamento umano avrebbe potuto fornire anche in modo imprevedibile. È essenzialmente questo il motivo per cui si parla di “intelligenza”, perché viene replicato il sistema logico dell'essere umano. L'IA, in buona

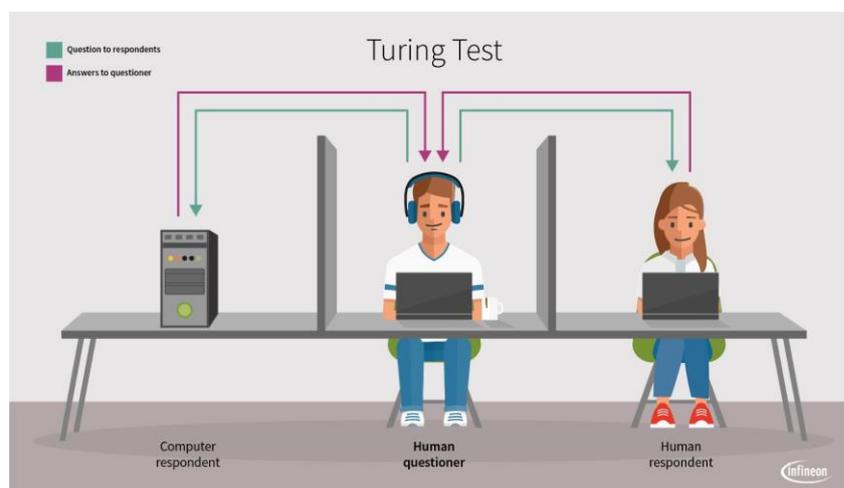
20 Definizione tratta da enciclopedia Treccani ed. 2022.

21 Stanford University, Artificial intelligence and life in 2030, 2016.

sostanza, elabora un *input* e sviluppa un *output* ad esso associato in maniera del tutto autonoma e non programmabile²².

a) Cenni storici

Tradizionalmente la paternità del termine Intelligenza Artificiale viene attribuita al professor John McCarthy della Stanford University, che nel 1998 la definì in questi termini: *“È la scienza e l’ingegneria del creare macchine intelligenti, specialmente programmi informatici intelligenti. L’Intelligenza Artificiale è connessa ad attività come utilizzare computer per comprendere l’intelligenza umana, ma essa non deve essere confinata a metodi che sono biologicamente osservabili”*²³. La sua storia, invece, risale agli anni '50 ad opera di Alan Turing, il quale provò a definire quando una macchina può essere considerata intelligente, ideando un *test* chiamato appunto “test di Turing”. In base ad esso, un esaminatore è chiamato a confrontare le risposte fornite da due soggetti di cui non conosce l’identità. Il primo è un essere umano, il secondo è una macchina che fingerà di “essere umana”. Il compito dell’esaminatore, in base alle risposte, è quello di distinguere quale dei due soggetti è una macchina e quale un umano. Secondo Turing, se una macchina raggiunge livelli di pensiero e intelligenza pari a quella umana, diventa impossibile poter distinguere i due soggetti²⁴.



A partire dal 1998, si è assistito ad una rapida evoluzione dell’IA dovuta principalmente allo sviluppo di tre ambiti principali: il primo riguarda i grandi cambiamenti nelle capacità e potenza dei *computer* (ad esempio, il processore di una scheda grafica può essere dalle 40 alle 80 volte più potente di una scheda grafica di 6 anni fa) e i sistemi

22 Giaume, A. (2018). Intelligenza Artificiale, dalla sperimentazione al vantaggio competitivo. Milano: Franco Angeli s.r.l.
23 McCarthy, J. (1998). What is artificial intelligence? <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>
24 O. Longo, G. (Marzo 2009). Il test di Turing - Storia e Significato. Mondo Digitale, Articolo 1.

di *clouding*. Il secondo attiene alla quantità di dati oggi disponibili, di gran lunga superiore rispetto al passato, mentre l'ultimo si riferisce all'enorme evoluzione dell'accuratezza e della precisione analitica degli algoritmi. Da quel momento in poi, si sono sviluppate due principali correnti di pensiero che considerano l'IA in modo diverso: la forte e la debole. Questa teoria, già introdotta dal filosofo americano John Searle nel 1980²⁵, si consolida a partire dalla fine degli anni '90. I teorici dell'IA forte ritengono che le macchine potrebbero realmente prendere coscienza di sé; al contrario, gli studiosi che adottano un approccio debole credono che le applicazioni potrebbero solo simulare la mente umana, ma che non saranno mai evolute al punto da prendere coscienza di sé²⁶. L'IA è una scienza e come tale ha delle sottocategorie che sono fondamentali per una più approfondita comprensione di questa materia: il ML e il DL.

b) Elementi fondamentali per il funzionamento dell'Intelligenza Artificiale

Dopo aver definito l'IA, si rende necessario procedere ad una disamina dei suoi elementi di funzionamento, tralasciando tuttavia la tematica relativa ai codici di programmazione. Il primo elemento da considerare è che qualsiasi applicazione che utilizza l'IA necessita di dati per funzionare. I *database*, ove non disponibili, devono essere raccolti e diventare l'*input* di base per la macchina intelligente che dovrà elaborarli per fornire un *output*. Tre sono gli elementi che concorrono alla formazione del dato.

- La fonte: una delle fonti principali di dati sono i sensori, che possono essere paragonati ai nostri organi (ad esempio occhi e orecchie). Altri esempi sono i siti internet che raccolgono dati dagli utenti collegati, i *social network*, le *e-mail* ricevute, i contatti telefonici avuti in un dato lasso di tempo, il numero di acquisti fatti da un utente o la tipologia di merce acquistata e così via. Le fonti dei dati, quindi, sono estremamente variegata, possono attingere da tutti gli strumenti digitali di cui si dispone e la quantità di dati è proporzionale al grado di digitalizzazione²⁷.
- Dati classificati, strutturati e filtrati: in ambienti altamente digitalizzati e interconnessi, si ha la possibilità di raccogliere un'enorme mole di dati che fino a poco tempo fa erano considerati inutili oppure non venivano sfruttati a sufficienza. Essi possono essere una miniera di informazioni molto utili se considerati e

25 John Searle, "The behavioral and brain sciences" (1980), pag. 417-457.

26 Rossi, F.. L'Intelligenza Artificiale, Università di Padova, Padova, 2018.

27 Microsoft Finland, Uncovering AI in Finland. Helsinki: PWC, 2018.

analizzati nel loro insieme. In questa fase è di fondamentale importanza che la modalità con cui i dati vengono raccolti utilizzino degli standard comuni, che la qualità dei dati sia la più varia e precisa possibile e che le modalità con cui vengono stoccati garantiscano *privacy* e sicurezza²⁸.

- Dati puri per ML: una volta raccolti dati di qualità, bisogna decidere come utilizzarli. Essi rappresentano la materia prima utilizzata dall'IA per estrarre il vero valore aggiunto. In funzione dell'applicazione utilizzata, un sistema basato sul ML analizza i dati acquisiti ed estrapola le informazioni richieste. In base ai dati forniti in tempo reale, non solo la macchina impara e comprende determinati meccanismi, ma può addirittura fare delle previsioni adattandosi ai cambiamenti intervenuti nel corso del tempo. Il risultato dell'IA, infatti, non è altro che una previsione fornita dall'algoritmo che si comporta alla stregua di un essere umano: in base alle informazioni a propria disposizione, fa delle previsioni e agisce di conseguenza. Grazie al ML, per esempio, diventa possibile prevedere i consumi di una determinata macchina e ordinare in tempo utile la materia prima necessaria. All'inizio il programma necessita di essere "allenato" o "addestrato" (*training*), ovvero deve acquisire le possibili risposte date a determinati eventi da un essere umano per comprenderne i meccanismi decisionali. In questo modo, proprio come un "bambino", il programma comincia a imparare e riesce a dare delle risposte in modo autonomo e a svolgere la mansione per cui è stato sviluppato (vedasi figura 1 in Allegato A).

c) Miti e paure dell'Intelligenza Artificiale

Le caratteristiche umanoidi dell'IA hanno fatto emergere diverse discussioni, sia positive che negative, rispetto a questa tecnologia. Uno dei timori maggiori riguarda la sostituzione dell'essere umano nelle mansioni lavorative, preoccupazioni peraltro che sono sorte per ogni singola innovazione tecnologica dalla rivoluzione industriale in poi. Gli effetti positivi, tuttavia, superano di gran lunga quelli negativi e riguardano numerosi ambiti applicativi. Secondo un rapporto pubblicato dalla PWC²⁹, i settori maggiormente interessati dall'IA saranno: il comparto sanitario, l'automazione della mobilità e dei trasporti, il settore bancario e il comparto manifatturiero. In ambito sanitario, ad esempio, le potenzialità di analisi dell'IA potranno aiutare gli operatori del settore ed i

28 Daugherty, P. R., & Wilson, J. H., *Human + Machine - Ripensare il lavoro nell'età dell'Intelligenza Artificiale*, Milano, Guerini Next Srl, 2019.

29 Price Waterhouse Coopers (PWC), *What's the real value of AI for your business and how can you capitalise?*, Londra, 2017.

medici ad elaborare diagnosi più dettagliate oppure fornire un supporto rilevante nella gestione previsionale dei magazzini. Secondo un altro rapporto elaborato dalla stessa società, l'IA, pur potendo causare una diminuzione dei posti di lavoro, nel lungo termine si integrerà nelle mansioni lavorative a supporto delle persone, senza sostituirle, e renderà i lavoratori più efficienti perché potenziati dalla nuova tecnologia. Con il supporto dell'IA, nelle aziende del futuro, non sarà tanto importante il titolo di studio di una persona, quanto le capacità e le abilità da essa possedute. Le informazioni, infatti, grazie alle nuove tecnologie, saranno facilmente elaborabili e alla portata di chiunque: spetterà tuttavia all'essere umano scegliere se seguire il proprio istinto o meno, ovvero se accettare la soluzione fornita dalla macchina se diversa da quella che l'istinto suggerisce³⁰. Atteso che gli effetti positivi apportati dall'impiego dell'IA appaiono superare quelli negativi, nel seguente paragrafo si approfondiranno alcune tematiche che spesso generano riluttanze e timori.

- Scatola nera

All'origine di una determinata applicazione di IA ci sono i programmatori che hanno creato un codice sorgente, spesso non condiviso con il pubblico. L'applicazione, una volta ricevuti i dati di *input*, comincia ad elaborare le informazioni per sviluppare una soluzione, seguendo i meccanismi interni che sono nati grazie al processo di autoapprendimento. Dall'esterno non è possibile comprendere quali elaborazioni interne all'applicazione abbiano portato alla scelta di una determinata soluzione e questo può instillare il dubbio sulla legittimità o meno della stessa, soprattutto dal punto di vista etico. Se da un lato è prioritario che l'applicazione svolga il suo lavoro correttamente, dall'altro ciò potrebbe far sorgere delle problematiche laddove il risultato finale possa avere importanti ripercussioni sulla vita delle persone. Dal momento che queste applicazioni si basano su dati statistici e informazioni raccolte da enormi *database*, i potenziali errori di *bias* potrebbero influenzare i processi applicativi ai livelli più interni del programma, con influenze impercettibili ai macro-livelli, ma che potrebbero dar vita a soluzioni non del tutto corrette. Questi problemi, per la loro natura occulta, potrebbero essere ancora più difficili da individuare e correggere, soprattutto se legati a *bias* presenti nei dati raccolti in origine. Ancora oggi non siamo in grado di comprendere completamente come funziona il cervello di un essere umano. Lo stesso problema potrebbe presentarsi, specularmente, in

30 Price Waterhouse Coopers (PWC), AI predictions - 8 Insight to shape business strategy, Londra, 2018.

relazione all'applicazione da utilizzare e alle modalità di creazione delle soluzioni³¹. Bisognerà quindi formare in modo opportuno gli utilizzatori alla corretta raccolta dei dati oppure aiutarli ad accettare le decisioni prese da una macchina.

- Decisioni critiche e responsabilità

Come visto nel paragrafo precedente, l'IA è assimilabile ad una "scatola nera" nella quale avvengono processi di cui non si è a conoscenza poiché non si comprendono i meccanismi che poi portano a determinate soluzioni. A tal riguardo, uno dei pericoli maggiormente percepito è quello legato alla possibile discriminazione effettuata da una macchina, originata da errori di base nella programmazione o in modalità di addestramento. Senza contare che, mancando alcune peculiarità proprie dell'essere umano che oltrepassano la pura logica per risolvere con maggiore flessibilità determinate problematiche, come il "buon senso", una macchina, nella sua freddezza calcolatoria, potrebbe portare a soluzioni poco "umane" o addirittura portare a situazioni critiche e spiacevoli. Questa eventualità pone dei quesiti in merito alla responsabilità delle decisioni prese dall'IA.

- Presa di coscienza e pericolosità

Nella maggior parte dei film di fantascienza, all'IA viene data una connotazione negativa, poiché essa cerca di prevaricare l'essere umano e prenderne il controllo. Al di là della fantascienza, però, la preoccupazione di base viene presa seriamente in considerazione da parte dei ricercatori. A tal proposito, Laurent Orseau, ricercatore per il programma *DeepMind* di Google, ha recentemente affermato la necessità di un "bottono rosso" d'emergenza con il quale si possa bloccare completamente un'applicazione d'IA. Secondo Orseau, ad esempio, un programma impostato per svolgere una determinata funzione, nel caso dovesse essere fermato da un tecnico per via di un malfunzionamento o per manutenzione, potrebbe interpretare questa azione come un impedimento allo svolgimento del proprio lavoro e, cercando di imparare dai dati accumulati, punterà ad eliminare "l'errore" che ostacola il suo corretto funzionamento affinché non avvengano più interruzioni. Di conseguenza, un'IA che sia stata interrotta più volte potrebbe imparare da tali situazioni e impedire ulteriori blocchi futuri, continuando la sua funzione in modo incontrollato, con potenziali gravi conseguenze. Per evitare che una tale eventualità

31 Hilary Mason, How AI Fits into your Science Team - What it can, and cannot, do for your organization. Harvard Business Review, 1-20, 2017.

possa avverarsi, è opportuno prevedere delle misure di sicurezza idonee ad interrompere l'applicazione d'IA³².

- Guerre digitali

Un ulteriore timore che riguarda queste tecnologie è dato dalle loro potenzialità offensive in un'eventuale guerra cibernetica: esse hanno la capacità di svolgere l'attività di un comune *hacker*, ma con potenze di calcolo tali da rendere gli attacchi più rapidi, automatizzati e massicci. Inoltre, lo studio degli schemi e delle abitudini seguiti dalle persone, le analisi dei dati personali dei potenziali obiettivi e la raccolta sistematica dei dati necessari renderanno più semplici i furti d'identità e l'infiltrazione in sistemi protetti. Se, da una parte, c'è il rischio che attacchi massicci possano avere una maggiore efficacia e velocità di esecuzione, dall'altra tali tecnologie potrebbero essere utilizzate per la difesa dei servizi informatici, riconoscendo in maniera autonoma e più approfondita attività anomale e intrusioni³³. Un esempio simile è costituito da un *software* elaborato da Darktrace, un'azienda britannica di sicurezza informatica, che ha realizzato un particolare algoritmo d'IA "non supervisionato", cioè al quale non sono state date istruzioni su cosa cercare nei dati forniti. Grazie a questa particolarità, il programma ha cominciato a elaborare tutti i dati ottenuti ed in seguito quelli relativi al normale funzionamento di una rete aziendale, riconoscendone gli schemi e le attività ricorrenti. Per esclusione, questo ha portato in automatico ad evidenziare i dati che non seguivano gli schemi abitudinari e a trovare così tutte le informazioni riguardanti comportamenti anomali dovuti presumibilmente ad attività di intrusione nei sistemi informatici³⁴.

3. Machine Learning

Come anticipato precedentemente, Il ML è una delle parti costituenti l'IA, il cui scopo è quello di sviluppare sistemi che, sulla base dei dati disponibili, siano in grado di apprendere e migliorare gradualmente l'accuratezza degli output. Alla base del ML ci sono quindi degli algoritmi di due possibili tipologie. Il primo è il "machine supervisionato", detto anche non

32 Orseau, L., & Armstrong, S., *Safely Interruptible Agents*. Londra: Google DeepMind, 2016.

33 PriceWaterhouseCoopers (PWC), *AI predictions - 8 Insight to shape business strategy*, Londra, 2018.

34 Hao, K. (2018, novembre 16). The rare form of Machine Learning that can spot hackers who have already broken in. Tratto il 19 agosto 2019 da Technologyreview.com: https://www.technologyreview.com/s/612427/the-rare-form-of-machine-learning-that-can-spot-hackers-who-have-already-broken-in/?utm_medium=tr_social&utm_campaign=site_visitor.unpaid.engagement&utm_source=Facebook&fbclid=IwAR2qbMslUfthKownluUhGz_WuvHDS9e80.

profondo, che è quello maggiormente utilizzato. In questo modello un *data scientist*³⁵ agisce da guida per l'algoritmo, a cui insegna gli output da generare. Paragonando questo processo a quanto succede nella mente umana, potremmo associarlo alla fase in cui un bambino identifica degli oggetti e li memorizza a partire dalle illustrazioni di un libro. Nel ML supervisionato l'algoritmo acquisisce nozioni da un basket di dati già etichettato e fornisce un risultato predefinito. Alcuni esempi che rientrano in questa tipologia sono gli algoritmi di classificazione multi-classe (utilizzata la catalogazione delle mail e dello spam), di regressione lineare (utilizzata per prevedere il PIL di un Paese, il prezzo di un determinato prodotto o bene, come il valore di vendita di una casa, ecc.) e regressione logistica (usata per risolvere problemi di classificazione binaria, ad esempio prevedere se la transazione con carta di credito integra un caso di frode, se un cliente prenderà un prestito o meno, e così via), nonché le macchine a vettori di supporto (utilizzate per l'identificazione di facce in immagini, l'identificazione di pedoni, la classificazione di testi e di immagini tele-rilevate, la ricerca bioinformatica, ecc.).

La seconda tipologia, invece, è costituita dal ML non supervisionato, detto anche profondo. In questo caso, l'approccio è sicuramente improntato ad una maggiore indipendenza. La macchina applica un processo che non è costantemente supervisionato da un *data scientist* o comunque da nessun essere umano ed è in grado di apprendere e identificare schemi complessi. In questo caso la programmazione della macchina, a differenza del modello precedente, avviene sulla base di dati che non sono etichettati e, di conseguenza, anche l'output non viene definito in modo specifico. La sostanziale differenza tra queste due tipologie di ML consiste, in buona sostanza, nella diversa modalità di apprendimento dei dati utili alla macchina per fare delle previsioni. In questa seconda tipologia, riprendendo il paragone con quanto accade nella mente umana, il processo è associabile al comportamento di un bambino che, per memorizzare degli oggetti, si basa sull'osservazione di colori e schemi senza la supervisione di un adulto. Il bambino, con ogni probabilità, comprenderà le somiglianze e le differenze tra le immagini, suddividendole in gruppi, e assegnerà a ciascun gruppo una nuova etichetta. In questo caso, alcuni esempi applicativi sono gli algoritmi di clustering k-means (usato per lo sviluppo di motori di raccomandazione e per la segmentazione dell'immagine), l'analisi di componenti principali e indipendenti (per ridurre la dimensionalità di grandi insiemi di dati, trasformando un grande insieme di variabili in uno più piccolo che contiene ancora la maggior parte delle informazioni

35 Un *data scientist* si occupa di sviluppare strategie per l'analisi dei dati, preparare i dati per l'analisi, esplorare, analizzare e visualizzare i dati, creare modelli con i dati utilizzando linguaggi di programmazione, nonché implementare i modelli nelle applicazioni. Cfr. <https://www.oracle.com/it/data-science/what-is-data-science/>.

del grande insieme), e le regole di associazione (l'applicazione più comune di questo tipo di algoritmo riguarda la creazione di regole di associazione, che è possibile utilizzare nel Market basket analysis³⁶). L'impiego concreto di una delle due tipologie di Machine Learning proposte, ovvero supervisionata e non supervisionata, dipende da alcuni fattori legati al volume e alla struttura dei dati disponibili e al caso concreto di applicazione. La scelta della tipologia, tuttavia, deve essere preliminare all'inizio del processo.

Si procederà, ora, ad una disamina più dettagliata del funzionamento del ML. Secondo uno studio della Berkeley University (California)³⁷ è possibile suddividere il sistema di apprendimento dell'algoritmo in tre parti principali:

- Processo decisionale. Normalmente gli algoritmi di ML sono adoperati a scopi predittivi o di classificazione. Partendo dal dato di *input*, etichettato o meno, l'algoritmo produrrà una stima basata sui dati forniti in partenza.
- Funzione di errore. Essa ha il compito di valutare la previsione del modello confrontandolo con altri esempi noti per verificarne l'accuratezza.
- Processo di ottimizzazione del modello. L'algoritmo, attraverso una continua ripetizione del processo di ottimizzazione, provvederà autonomamente all'aggiornamento dei propri parametri fino a raggiungere un'adeguata soglia di accuratezza. In sostanza, l'algoritmo ricerca costantemente i propri errori e aggiorna le modalità con cui il processo decisionale produce la scelta finale, in maniera tale che la volta successiva l'errore venga quantomeno ridotto. Ad esempio, se l'algoritmo è finalizzato a raccomandare dei film ad una determinata *audience*, esso confronterà il grado di similitudine con altri film che lo stesso pubblico ha apprezzato attraverso un sistema di misurazione ponderato che tiene in considerazione le varie caratteristiche del film.

Attualmente il ML è già una realtà affermata in molteplici ed importanti aziende. Ciò che esso offre è un consistente vantaggio competitivo dato in primis dalla capacità di velocizzare il processo decisionale, ma anche dalla possibilità di accelerare il *time to value* in favore dell'incremento della visibilità aziendale, con risultati che non sarebbero alla portata di nessun essere umano. Un esempio applicativo è la creazione di un modello in grado di calcolare il valore del ciclo di vita di un cliente, che assume un ruolo fondamentale nelle aziende di e-commerce, ma che è utilizzabile in molteplici altri settori. Un'ulteriore applicazione è rappresentata dai sistemi di rilevamento delle anomalie oppure dall'utilizzo di modelli creati per calcolare il tasso di abbandono di una certa clientela, per aiutare

36 Processo di analisi di affinità che analizza le abitudini di acquisto dei clienti nella vendita al dettaglio, trovando associazioni su diversi prodotti comprati, tale processo è utile per l'adozione di strategie di *marketing ad hoc*.
37 Cfr. <https://ischoolonline.berkeley.edu/blog/what-is-machine-learning/>.

l'azienda a intercettare i customers insoddisfatti e identificare le cause che spingono all'abbandono. Altro esempio applicativo consiste nell'utilizzo del ML nell'ambito delle strategie di marketing. Questa tecnologia, infatti, consente ai data scientist di utilizzare algoritmi di clustering e classificazione per suddividere e raggruppare la clientela in modo omogeneo. Le suddivisioni tengono conto delle differenze dei clienti in base a diversi fattori, quali dati demografici, comportamento di navigazione e affinità. Gli algoritmi vengono usati come motori di raccomandazione, essenziali per le strategie di cross-selling³⁸ e up-selling³⁹ rivolte ai consumatori per offrire una migliore customer experience: Netflix ed Amazon sono casi paradigmatici in materia. I motori di raccomandazione utilizzano algoritmi di ML per esaminare grandi quantità di dati e stabilire con quale probabilità un cliente acquisterà un articolo o guarderà un contenuto, per poi fornire suggerimenti personalizzati all'utente. Il risultato è un'esperienza più personalizzata e pertinente che migliora il coinvolgimento del cliente e riduce il tasso di abbandono. Un'altra straordinaria caratteristica del ML è la sua capacità predittiva: essa utilizza analisi avanzate di dati per eseguire previsioni. Le organizzazioni, in questo modo, anziché fare affidamento sui dati passati, possono prendere decisioni proattive e lungimiranti, ad esempio per sviluppare un sistema di manutenzione predittiva. I modelli di ML possono difatti individuare apparecchiature a rischio di malfunzionamento nel breve termine e quindi avvisare i team di manutenzione in anticipo. Questo approccio non solo ottimizza la produttività, ma aumenta le performance delle risorse, dei tempi di attività e la durata delle apparecchiature⁴⁰. Può inoltre ridurre al minimo i rischi per i lavoratori e le passività di bilancio, oltre a ottimizzare la compliance normativa.

Ci sono diversi casi di applicazione del ML nel mondo dell'istruzione e dell'apprendimento. Quizlet, ad esempio, è uno strumento di studio che consente agli utenti di creare quiz, flashcard e diagrammi o di utilizzare quelli preesistenti. Utilizzando le statistiche e l'apprendimento automatico, sfrutta questi dati per scoprire come gli studenti possono apprendere in modo più efficace. Quizlet ha ideato una piattaforma Learning Assistant che assegna la priorità ai termini che gli studenti molto probabilmente dimenticheranno. L'elaborazione di queste parole richiede l'uso di un algoritmo che tenga conto della correttezza delle risposte, del tempo trascorso dall'ultima risposta, del tempo intercorrente tra le risposte precedenti e della direzione dello studio. L'algoritmo non solo è

38 Il *cross selling* è l'offerta di prodotti aggiuntivi che vanno a supportare o integrare un prodotto che il cliente ha già deciso di acquistare. Ad esempio, se un cliente acquistasse un *notebook* di fascia alta potrebbe essere interessato anche ad una borsa porta Pc.

39 L'*up selling* è la pratica di incoraggiare i clienti ad acquistare un prodotto di fascia superiore rispetto al prodotto per il quale essi nutrono maggiore interesse.

40 Oracle: "Cos'è il machine learning?" <https://www.oracle.com/it/data-science/machine-learning/what-is-machine-learning/>.

in grado di prevedere il ricordo dell'utente in modo accurato, ma dà la priorità ai termini che necessitano di essere fissati e, in definitiva, consente agli studenti di apprendere nuovi argomenti in modo più efficiente. Altri vantaggi applicativi riguardano il controllo e la gestione dell'inventario, lo sviluppo dei sistemi di riconoscimento vocale, i chatbox e la classificazione delle immagini.

Schoolinks è un altro valido esempio: possiede una piattaforma dedicata che aiuta gli studenti a prepararsi per i corsi, il college e carriere di ogni tipo. Gli utenti sono assistiti con molteplici strumenti, in grado di creare un curriculum, ricercare i college, calcolare gli aiuti finanziari, pianificare i corsi da seguire e altro ancora. Grazie all'utilizzo di algoritmi di apprendimento automatico, l'intera esperienza è personalizzata a vantaggio di ogni singolo studente.

Duolingo, ancora, rende l'apprendimento di una nuova lingua molto simile a un gioco. Ha oltre 300 milioni di utenti attivi che completano miliardi di esercizi ogni mese. Utilizzando questi dati e un algoritmo di apprendimento automatico, Duolingo ha sviluppato un modello statistico che identifica il lasso di tempo in cui gli utenti sono in grado di ricordare le nuove parole imparate prima che inizino a dimenticarle e, di conseguenza, ad aver bisogno di un aggiornamento.

Un altro esempio è fornito da Cognii che, con il suo assistente di apprendimento virtuale, fornisce un tutoraggio e una valutazione rapida delle risposte aperte, nonché strumenti di studio e revisione. L'apprendimento automatico viene utilizzato, in questo caso, per personalizzare e migliorare l'apprendimento e il feedback.

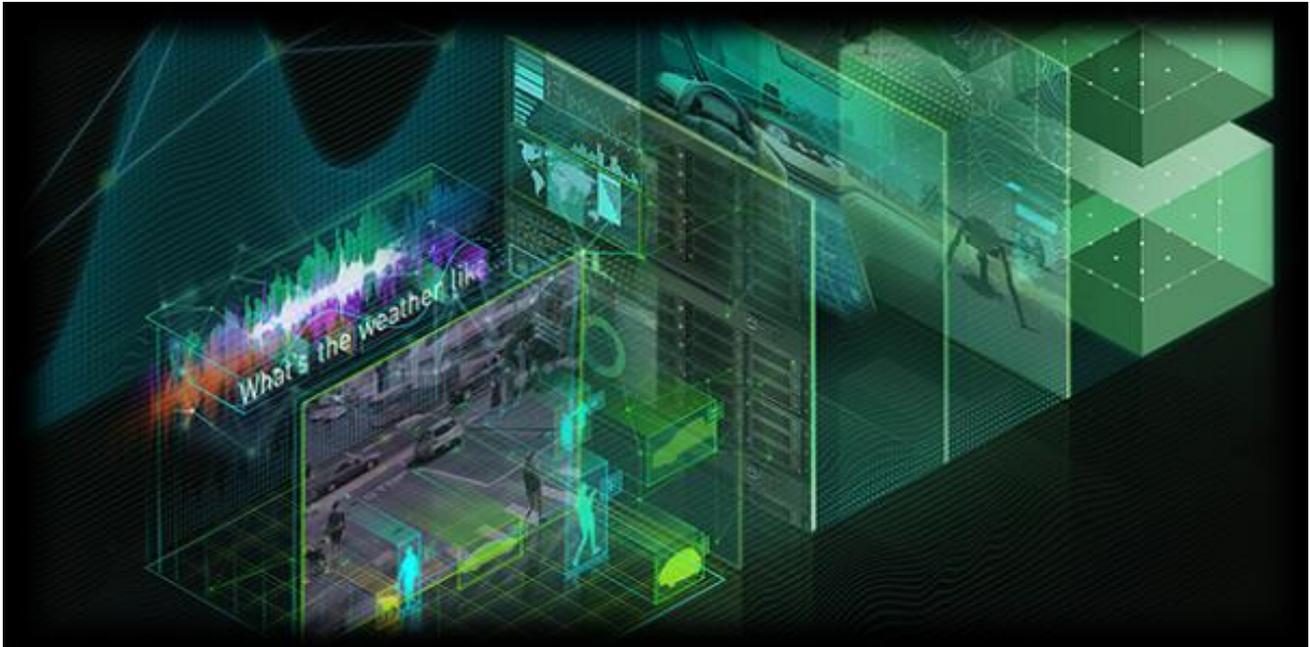
4. Deep Learning

Il DL si pone l'obiettivo di riprodurre il più possibile le modalità di funzionamento del cervello umano, anche se attualmente è ancora lontano dall'eguagliare le sue capacità. Il fine è quello di raccogliere un grande quantitativo di informazioni ed ottenere una successiva previsione che sia la più affidabile possibile. Molto spesso si confonde il ML con il DL che, tuttavia, rappresenta solo un sottoinsieme del ML.

Il DL è costituito da una rete neurale composta da tre o più livelli in grado di simulare il comportamento del cervello umano al fine di apprendere da un'elevata quantità di informazioni. Il valore aggiunto è rappresentato dai livelli delle reti neurali, in quanto ogni singolo livello riesce ad effettuare previsioni approssimative, mentre molteplici livelli nascosti, messi a sistema, risulteranno più performanti e precisi. Esiste una stretta connessione tra il DL e l'IA, poiché il primo guida molti servizi ed applicazioni dell'IA

attraverso attività fisiche e analitiche volte a migliorarne l'automazione.

Molti dei prodotti, delle tecnologie e dei servizi che quotidianamente utilizziamo sono espressione del DL. È di fondamentale importanza capire la reale differenza tra il DL ed il ML che interessa principalmente la lavorazione dei dati e il metodo di apprendimento.



Gli algoritmi di apprendimento automatico effettuano previsioni utilizzando dati strutturati ed etichettati, ovvero le caratteristiche specifiche sono definite dai dati di *input* del modello e successivamente organizzati in tabelle. Tali algoritmi utilizzano anche informazioni non strutturate con elaborazioni diverse, sempre con il fine di organizzare i dati in formati più strutturati. La funzione del DL è quella di eliminare una parte della pre-elaborazione delle informazioni, generalmente connessa all'apprendimento automatico. Gli algoritmi elaborano dati non strutturati, come ad esempio testo ed immagini, automatizzano l'estrazione della funzionalità e fanno venir meno la dipendenza della macchina dall'essere umano. Ad esempio, avendo a disposizione una serie di foto di diverse etnie e volendole classificare per categorie "asiatici", "europei" e "africani", gli algoritmi di DL possono indicare le caratteristiche più importanti da utilizzare per distinguere le informazioni più significative (es. tratti somatici). Attraverso questa tipologia di apprendimento automatico la gerarchia delle funzionalità viene definita dall'essere umano. Tramite i processi di *gradient descent*⁴¹

41 *Gradient descent* o discesa del gradiente è un algoritmo di ottimizzazione iterativo del primo ordine utilizzato per trovare un minimo/massimo locale di una determinata funzione. Questo metodo è comunemente usato nell'apprendimento automatico e nel *Deep Learning* per ridurre al minimo una funzione di costo/perdita (ad esempio in una regressione lineare). Per la sua importanza e facilità di implementazione, questo algoritmo viene solitamente insegnato all'inizio di quasi tutti i corsi di *Machine Learning*.

e *back propagation*⁴² è possibile ottimizzare l'insieme di variabili di *input* per la funzione di *target* e calcolare il *gradient* relativo ad una funzione di perdita rispetto alle variabili di un modello, permettendo in tal modo di fare previsioni sempre più precise sull'identificazione delle etnie delle figure in foto. I modelli di ML e DL sono anche in grado di supportare diversi tipi di apprendimento, che di solito sono classificati come apprendimento supervisionato, apprendimento non supervisionato e apprendimento per rinforzo. L'apprendimento supervisionato utilizza *set* di dati etichettati per classificare o fare previsioni e ciò richiede una sorta di intervento umano per selezionare correttamente i dati di *input*. Al contrario, l'apprendimento non supervisionato utilizza algoritmi di apprendimento automatico per analizzare e raggruppare *set* di dati senza etichetta. Questi algoritmi scoprono modelli nascosti o raggruppamenti di dati senza la necessità dell'intervento umano. La loro capacità di scoprire somiglianze e differenze nelle informazioni li rendono la soluzione ideale per l'analisi esplorativa dei dati, le strategie di *cross-selling*, la segmentazione dei clienti e il riconoscimento delle immagini.

L'apprendimento per rinforzo, infine, è un processo in cui un modello impara a



diventare più accurato per eseguire un'azione in un ambiente basato sul *feedback*: la macchina riceve dalla funzione "di rinforzo" una "ricompensa" proporzionale alla qualità dell'obiettivo raggiunto. Le reti neurali di DL o reti neurali artificiali tentano di imitare il cervello umano attraverso una combinazione di *input* di dati, pesi e *bias*. Questi elementi interagiscono per riconoscere, classificare e descrivere accuratamente gli oggetti all'interno dei dati. Le reti neurali profonde sono costituite da più livelli di nodi interconnessi, ciascuno

42 La *Backpropagation* è un algoritmo di apprendimento delle reti neurali e confronta il valore di uscita del sistema con il valore desiderato (obiettivo). Questo algoritmo, attraverso l'errore, modifica i pesi sinaptici della rete neurale, al fine di indirizzare progressivamente i valori di uscita verso i risultati aspettati.

basato sul livello precedente per perfezionare e ottimizzare la previsione o la categorizzazione: la progressione di calcoli attraverso la rete è chiamata propagazione in avanti. I livelli di *input* e *output* di una rete neurale profonda sono chiamati livelli visibili; in particolare, il livello di *input* è il punto in cui il modello di DL acquisisce i dati per l'elaborazione, mentre il livello di *output* è il punto in cui viene effettuata la previsione o la classificazione finale. Come già accennato precedentemente, il processo chiamato *back propagation* utilizza algoritmi per calcolare gli errori nelle previsioni e, quindi, regola i pesi e le distorsioni della funzione spostandosi indietro attraverso i livelli nel tentativo di migliorare la fase di apprendimento. La propagazione in avanti e la *back propagation*, insieme, consentono a una rete neurale di fare previsioni e correggere, di conseguenza, eventuali errori, migliorando sempre più nel corso del tempo. Tuttavia, gli algoritmi di DL sono incredibilmente complessi e occorrono diversi tipi di reti neurali per affrontare problemi o set di dati specifici. Le *convolutional neural network* (CNN) o reti neurali convoluzionali, utilizzate principalmente nelle applicazioni di *computer vision* e classificazione delle immagini, possono rilevare caratteristiche e modelli all'interno di un'immagine, consentendo attività come il rilevamento o il riconoscimento di oggetti. Le *recurrent neural network* (RNN) o reti neurali ricorrenti sono in genere utilizzate nelle applicazioni di riconoscimento vocale e di linguaggio naturale (*natural language processing-NLP*)⁴³ poiché sfruttano dati sequenziali o serie temporali.

Le applicazioni di DL del mondo reale fanno parte della nostra vita quotidiana, ma nella maggior parte dei casi sono così ben integrate nei prodotti e servizi che gli utenti non sono consapevoli della complessa elaborazione dei dati che avviene *in background*. Le principali applicazioni di DL vengono utilizzate in diversi settori:

- **Forze dell'ordine.** Gli algoritmi di DL possono analizzare ed apprendere dai dati transazionali per identificare attività fraudolente o criminali. Il riconoscimento vocale, la *computer vision* e altre applicazioni di DL possono migliorare l'efficienza e l'efficacia dell'analisi investigativa, estraendo modelli e prove da registrazioni audio, video, immagini e documenti. Le Forze dell'ordine possono così analizzare grandi quantità di dati in modo più rapido e accurato.
- **Servizi finanziari.** Gli Istituti finanziari utilizzano regolarmente l'analisi predittiva per guidare il trading algoritmico di azioni, valutare i rischi aziendali per l'approvazione dei

43 Il Natural Language Processing (NLP) o elaborazione del linguaggio naturale è un ramo dell'Intelligenza Artificiale che si occupa di fornire ai *computer* la capacità di comprendere il testo e le parole pronunciate, come gli esseri umani. L'NLP è un campo di studi che unisce informatica, Intelligenza Artificiale e linguistica (https://www.ai4business.it/intelligenza-artificiale/natural-language-processing-tutto-quello-che-ce-da-sapere/#Cos8217e_il_Natural_Language_Processing).

prestiti, rilevare le frodi e aiutare a gestire i portafogli di credito e di investimento dei clienti.

- Assistenza clienti. Molte organizzazioni incorporano la tecnologia di DL nella fornitura del servizio clienti. I chatbot, utilizzati in una varietà di applicazioni, servizi e portali del servizio clienti, sono una forma semplice di IA. I chatbot tradizionali utilizzano il linguaggio naturale e persino il riconoscimento visivo, che si trova comunemente nei sistemi simili ai call center. Tuttavia, le soluzioni chatbot più sofisticate tentano di determinare, attraverso l'apprendimento, se ci sono più risposte possibili a domande ambigue. Sulla base delle domande che riceve, il chatbot cerca di rispondere direttamente o, in alternativa, indirizza la conversazione a un operatore umano. Gli assistenti virtuali come Siri, Alexa o Google Assistant rappresentano l'idea di chatbot che utilizza la funzionalità di riconoscimento vocale. Questo crea un nuovo metodo per coinvolgere gli utenti in modo personalizzato.
- Assistenza sanitaria. Il settore sanitario ha tratto grandi benefici dalle capacità di DL sin dalla digitalizzazione delle cartelle cliniche e delle immagini ospedaliere. Le applicazioni di riconoscimento delle immagini possono supportare specialisti di imaging biomedico⁴⁴ e radiologi, aiutandoli ad analizzare e valutare più immagini in meno tempo.

Il DL richiede un'enorme quantità di potenza di calcolo e, pertanto, le unità di elaborazione grafica (GPU) ad alte prestazioni sono ideali per gestire un grande volume di calcoli in più *core*⁴⁵ con un'abbondante memoria disponibile.

5. Blockchain

Nel 2008, sotto lo pseudonimo di Satoshi Nakamoto, venne pubblicato sul sito metzdowd.com⁴⁶, alla pagina "*The Cryptography Mailing list*", il primo protocollo *blockchain*. Si trattava di un sistema per implementare un metodo sicuro di trasferimento di denaro elettronico o criptovaluta (*Bitcoin*) senza la necessità di appoggiarsi alle tradizionali istituzioni, utilizzando una metodologia definita *peer to peer*. Nel suo *white paper* Nakamoto evidenziava le carenze del sistema di trasferimento di denaro *online* basato su un modello fiduciario, per sua natura incerto, che deve necessariamente utilizzare una parte terza, il più delle volte banche, per poter essere perfezionato. Le caratteristiche del sistema tradizionale

44 La diagnostica per immagini, conosciuta con il nome di *imaging* o *imaging biomedico* è un insieme di procedure attraverso le quali è possibile conoscere, esplorare, esaminare e monitorare una precisa area del corpo umano, non visibile dall'esterno, attraverso delle immagini quali ad esempio: Radiologia convenzionale (Raggi X), densitometria minerale ossea o MOC (Mineralometria Ossea Computerizzata), radiologia interventistica, tomografia computerizzata, ecografia, risonanza magnetica, scintigrafia ossea, ecodoppler, mammografia ecc.

45 Unità di esecuzione all'interno della CPU (unità di elaborazione centrale) che riceve ed esegue istruzioni.

46 <https://www.metzdowd.com/pipermail/cryptography/2008-October/014810.html>.

sono le seguenti:

- il controllo della valuta da parte di un ente istituzionale;
- la presenza di un intermediario nelle transazioni;
- la necessità di un rapporto fiduciario a garanzia della transazione;
- la presenza di costi di intermediazione;
- il rischio che una data somma venga “spesa due volte”, ossia il rischio di frode;
- la difficoltà di effettuare operazioni di scarso valore economico.

L'idea è di basare il nuovo sistema di transazione sull'affidabilità della prova crittografica, permettendo a due parti di effettuare direttamente un trasferimento di denaro senza dover ricorrere ad una parte terza, garantendo venditori e compratori con l'irrevocabilità delle operazioni e semplificando la costituzione di depositi a garanzia (Nakamoto, 2008). Questo sistema innovativo deve possedere le seguenti caratteristiche:

- permettere di certificare la storia dei trasferimenti di valuta e la loro linearità impedendo di fatto le truffe;
- essere accessibile a chiunque;
- essere immune da eventuali attacchi di *hacker*;
- garantire l'integrità dei dati senza l'ausilio di una parte terza.

La *blockchain* racchiude di fatto tutte queste caratteristiche: consiste in un database strutturato in blocchi (*block*) o nodi di rete che sono tra loro collegati (*chain*) in modo che ogni transazione avviata sulla rete deve essere validata dalla rete stessa. La *blockchain* può essere dunque rappresentata da una catena di blocchi che contengono e gestiscono più transazioni: ciascun nodo è chiamato a vedere, controllare e approvare tutte le transazioni, creando una rete che permette la tracciabilità delle stesse. Ciascun blocco, allo stesso tempo, funge da archivio per le transazioni e per lo storico di ciascuna di esse. La prova della titolarità di qualsiasi fatto o diritto, come ad esempio il possesso di un Bitcoin, è rappresentata dalle registrazioni presenti nella *blockchain* che sfrutta le risorse di una rete *peer-to-peer*, distribuita su computer forniti volontariamente da utenti sparsi a livello globale (vedasi figura 2 in Allegato A).

In questo modo il *database* delle transazioni risulta praticamente inviolabile a causa dell'enorme frammentazione della rete oltre che mediante i complessi algoritmi di cifratura (*hash*). Essi garantiscono la protezione da attacchi o abusi della rete e danno origine alla cosiddetta *proof of work*, impedendo a chiunque non sia titolare di un diritto di accedere alla stringa originale di informazioni. Consapevoli delle caratteristiche dirompenti della *blockchain*, moltissime aziende stanno cercando di sviluppare e implementare le

potenzialità di questo strumento che, tramite un protocollo informatico che ne rende impossibile la falsificazione, garantisce la massima trasparenza a favore dei clienti, chiamati essi stessi a “produrre fiducia”. I principali ambiti in cui si è avviata la ricerca e l’applicazione del metodo sono gli *Smart Contracts*⁴⁷ e i *Data Feed*⁴⁸.

Nel campo dell’istruzione, in particolare, le potenzialità della *blockchain* vengono impiegate ad esempio nelle applicazioni che documentano le competenze acquisite da uno studente (titoli di studio, *curriculum* scolastico o certificazioni ottenuti nel percorso formativo) o utilizzate per certificare la storia e le fonti degli articoli accademici o dei libri di testo. In un sistema complesso, in cui la formazione utilizza sempre di più strumenti tecnologici e virtuali, la possibilità di certificare le fonti di informazione e di distribuirle agli studenti assume una grande importanza. Nell’ambito dell’istruzione si trovano già alcuni casi di applicazione di questa tecnologia, ad esempio Sony Global Education. Sony ha investito sullo sviluppo di una piattaforma che eroga servizi alle istituzioni che operano nel campo dell’istruzione attraverso una tecnologia di *blockchain* fornita in *cloud* da IBM. I servizi erogati dalla piattaforma di Sony permettono la storicizzazione e la certificazione dei registri elettronici gestiti dalle istituzioni scolastiche e dagli enti che erogano formazione. Fornisce, inoltre, la possibilità di verificare e gestire i certificati digitali per l’utilizzo dei contenuti formativi. Lo scopo di Sony è quello di creare un *database* condiviso dalle istituzioni in grado di garantire la sicurezza e l’immutabilità dei certificati e voti agli studenti, alle aziende che vogliono verificare i *curricula* dei possibili candidati, agli enti formativi che, attraverso l’analisi delle certificazioni acquisite dagli studenti, intendono creare dei percorsi formativi personalizzati. Il primo utilizzo pratico di questa tecnologia su vasta scala, sempre da parte della Sony, ha avuto luogo nell’ambito del *Global Math Challenge* del 2017, una gara di matematica a livello mondiale dove hanno partecipato più di 250.000 studenti provenienti da 85 Paesi.

In tale ambito, la Commissione Europea ha pubblicato un *report* sulle possibili applicazioni della tecnologia della *blockchain* nel settore dell’istruzione. Tra gli elementi

47 Gli *smart contracts* sono *software* contenuti nella *blockchain* che eseguono operazioni al verificarsi di specifiche condizioni. Ad esempio, uno “smart contract” ha una forma del tipo “trasferisci X ad Y se accade Z”. Diversamente da un “regular contract” in cui le parti che hanno convenuto un accordo devono impegnarsi a renderlo esecutivo, lo “smart contract” è *self-executing*. In sintesi, una volta che le istruzioni sono riportate nella *blockchain* la transazione avviene automaticamente una volta che le condizioni previste sono verificate, senza che le parti debbano compiere ulteriori azioni.

48 Un *feed* di dati è un meccanismo per fornire flussi di dati da un *server* a un *client* automaticamente o su richiesta. Il *feed* di dati è in genere un formato di *file* definito che l’applicazione *client* comprende che contiene informazioni tempestive che possono essere utili all’applicazione stessa o all’utente. Una forma popolare di *feed* di dati è il *feed Web*, che trasporta informazioni per applicazioni Web in tempo reale. Una forma comune di questo è il ricco *feed* di riepilogo del sito (RSS), che consente ai *blog* e ad altri siti Web di inviare automaticamente estratti di notizie tempestive o notifiche a tutti coloro che si sono abbonati al *feed* RSS.

analizzati dalla Commissione vi sono la fattibilità, i rischi e i benefici dell'uso della *blockchain* all'interno di scuole e università. Il *report*, intitolato "La *blockchain* e l'istruzione"⁴⁹, indirizzato ai *policy-makers*, ha visto la Commissione concentrarsi sul possibile utilizzo della *blockchain* come potenziale strumento di accreditamento digitale per l'*e-learning*, sia privato che accademico (vedasi figura 3 in Allegato A).

Nel rapporto vengono descritti otto possibili utilizzi di questa tecnologia a supporto dell'istruzione:

- proteggere in modo permanente i certificati;
- verificare i titoli di studio anche fuori dal Paese di rilascio;
- riconoscimento automatico e il trasferimento dei crediti;
- come passaporto per l'apprendimento permanente;
- tracciare la proprietà intellettuale e premiare l'uso e il riutilizzo di quella proprietà;
- ricevere pagamenti dagli studenti;
- fornire finanziamenti agli studenti in termini di buoni;
- utilizzare identità sovrane⁵⁰ verificate per l'identificazione degli studenti all'interno degli Istituti di formazione.

Quanto descritto finora chiarisce che il campo applicativo delle DTs è molto vasto e che la portata degli effetti, anche nell'ambito della formazione, è imprevedibile. Ciò che appare evidente, tuttavia, è che l'innovazione continuerà ad avanzare senza soluzione di continuità, talvolta migliorando i prodotti e i servizi esistenti, altre volte rivoluzionando un particolare settore del mercato. Alla luce di queste considerazioni, questo capitolo ha fornito alcune nozioni tecniche che saranno d'ausilio nel prosieguo della lettura.

Dopo aver esposto nel capitolo successivo i principi che caratterizzano la formazione in generale e quella militare in particolare, verranno esposte alcune soluzioni applicative che mettono in relazione i primi due capitoli: si verificherà il possibile uso delle DTs quali strumenti abilitanti della *Professional Military Education* (PME). Va evidenziato, infine, che l'oggetto della tesi è ancora in fase esplorativa, anche per gli addetti ai lavori e, pertanto, le soluzioni proposte non potranno essere esaustive e definitive. Si tratta di un campo in continua evoluzione, che la Difesa deve monitorare, dal quale deve attingere le continue innovazioni e nel quale deve investire risorse consistenti. La qualità della formazione del personale, infatti, influenza inevitabilmente l'efficacia della prestazione fornita e, pertanto,

49 [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education\(1\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education(1).pdf).

50 In un sistema di identità sovrano, l'utente ha il controllo totale e sovrano della sua identità in ogni momento. Questi dati vengono archiviati in un formato crittografico protetto da crittografia asimmetrica. In questo modo l'utente può condividere i dati con terze parti in modo sicuro e senza esporsi a fughe di dati indesiderate.

va continuamente potenziata. Le DTs, in quest'ottica, non rappresentano un ostacolo, ma un enorme potenziale innovativo che può favorire la formazione d'eccellenza del personale militare.

CAPITOLO II

L'ESIGENZA FORMATIVA NEL QUADRO DELLA *PROFESSIONAL MILITARY EDUCATION*

1. Formazione e Disruptive Technologies nel contesto civile

Dopo aver verificato che le DTs hanno comportato una sorta di rivoluzione nella società contemporanea, arrivando in certi casi a replicare la mente umana nella produzione di determinati *output*, nel seguente capitolo viene approfondito l'uso di dette tecnologie nella Pubblica Amministrazione e nelle aziende private. Queste ultime necessitano costantemente di metodi innovativi, possibilmente poco costosi, per erogare efficacemente servizi e offrire prodotti sia pubblici che privati. Al di là della pur importante progettazione di *app* e servizi digitali volti alla raccolta, utilizzo e diffusione di dati informativi, è sempre più evidente che la maggiore risorsa, in entrambi i settori, è da ricercare nel capitale umano e nella formazione del personale; negli ultimi anni, infatti, si è affermata la consapevolezza dell'importanza di un apprendimento permanente (c.d. *lifelong learning*⁵¹) che privilegi modelli innovativi. La formazione erogata secondo una metodologia "dirompente" favorisce la diffusione collettiva della conoscenza e permette alle persone, ovunque esse si trovino, di rimanere sempre al passo con i tempi. L'introduzione di novità non dovrebbe riguardare soltanto singoli individui, oppure un ristretto gruppo di "illuminati"⁵², in quanto l'innovazione produce i suoi massimi effetti se raggiunge una vasta porzione della società.

Per connotare ulteriormente la "formazione innovativa", è necessario analizzare il processo evolutivo della relazione uomo-macchina. A partire dalla Rivoluzione Industriale, tale rapporto ha permesso il raggiungimento di un elevato grado di automazione, finalizzata principalmente allo sviluppo economico e all'aumento della produzione. L'attuale "era digitale", invece, vede l'utilizzo della tecnologia non soltanto in un'ottica industriale ed economica, ma anche funzionale al settore della conoscenza. Per questo motivo, è sempre più diffuso l'impiego della macchina per il supporto e la somministrazione di attività intellettuali e di percorsi formativi.

In tale contesto si registra il ricorso a una specifica modalità educativa contraddistinta da

51 Definizione UNESCO (United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization) "*Lifelong learning is rooted in the integration of learning and living, covering lifelong (cradle to grave) and life-wide learning for people of all ages, delivered and undertaken through a variety of modalities and meeting a wide range of learning needs and demands*".

52 Paola Chiesa, Disruptive Innovation nella Pubblica Amministrazione, www.mapsgroup.it/6memes/disruptive-innovation-pubblica-amministrazione, 2016.

caratteristiche specifiche, tali da classificarla quale *disruptive*. L'innovazione nell'ambito della formazione si fonda su due aspetti dai confini talvolta porosi e nebulosi, ma che, nel complesso, costituiscono le due facce della stessa medaglia, oggi identificata con il nome di *e-learning*: la didattica a distanza (DaD) e i *Massively open on-line course* (MOOC).

Già nel 1956, lo psicologo americano Benjamin Bloom aveva ideato la teoria del *mastery learning* riconoscendo sei categorie di abilità cognitive (conoscenza, comprensione, applicazione, analisi, sintesi e valutazione)⁵³. La tassonomia è basata su una distribuzione gerarchica su sei livelli, il cui scopo è quello di individuare e misurare le differenti abilità richieste dagli obiettivi didattici prefissati. La struttura è ordinata in modo tale che, partendo dal basso verso l'alto, ciascuna categoria sia inclusa anche nelle categorie superiori. Secondo tale teoria, le categorie individuate permetterebbero di definire gli obiettivi educativi nell'ambito di qualsiasi metodo o programma formativo⁵⁴ (vedasi figura n. 4 in Allegato A). Questa tassonomia è rimasta invariata fino al 2001, quando il *framework* originale ha subito una modifica riguardante in particolare le ultime due categorie, sintesi e valutazione, che sono state invertite e rinominate, mentre la prima, la conoscenza, è stata sostituita. La variante ideata da Anderson e Krathwol⁵⁵, conosciuta come *Revised Bloom's Taxonomy* (RBT), ha lasciato inalterati i principi fondamentali precedentemente individuati da Bloom (vedasi figura n. 5 in Allegato A)⁵⁶. Sebbene la tassonomia di Bloom sia stata pensata per un ambiente scolastico o educativo tradizionale, la sua applicazione è particolarmente rilevante anche per gli attuali domini tipici della formazione *e-learning*. I corsi progettati, difatti, grazie all'implementazione dei principi cognitivi della RBT, si contraddistinguono per un'elevata efficacia. In particolare, la tassonomia permette di determinare il comportamento pedagogico e consente la ridefinizione degli obiettivi di apprendimento secondo una gerarchia ascendente⁵⁷. All'affermazione di questa nuova architettura formativa ha contribuito anche una "seconda metamorfosi" del modello di Bloom, operata nel 2008 da Andrew Church. Lo studioso neozelandese ha tenuto conto anche delle tecnologie digitali della comunicazione e dell'informazione quali fattori oramai indispensabili nel processo di apprendimento. La nuova versione, conosciuta come *Digital RBT*, pone l'accento sulla

53 La teoria del *mastery learning* si basa su una didattica che valorizza la componente motivazionale dell'apprendimento.

54 Bloom B. S., *Taxonomy of educational objectives*, Vol. 1: Cognitive domain, McKay, 1956.

55 La nuova struttura è così composta: ricordare, comprendere, applicare, analizzare, valutare e creare.

56 Anderson L. W., & Bloom B. S., *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*, Longman, 2001.

57 Autore sconosciuto, www.yourelearningworld.com/how-to-apply-revised-blooms-taxonomy-to-elearning-courses, 2016.

qualità dei processi pedagogici ed estende la tassonomia a sette livelli, con l'introduzione della "condivisione" come primo *step* da seguire, oltre ad apportare alcune modifiche nelle altre categorie (vedasi figura n.6 in Allegato A)⁵⁸.

Tali studi assumono particolare rilevanza nel momento in cui, durante la recente pandemia, molte università e aziende italiane ed estere hanno dovuto *oborto collo* ricorrere alla didattica a distanza. A prescindere dal mezzo utilizzato, non mutano i principi e il fine dell'insegnamento, e la tassonomia di Bloom con le sue varianti restano ancora valide e perfettamente applicabili.

L'utilizzo della DaD nel periodo pandemico ha evidenziato limiti e vantaggi, che vanno analizzati non solo per promuovere un uso consapevole di tale strumento, ma anche per individuare eventuali correttivi che ne migliorino l'efficienza. Tra gli effetti benefici vanno evidenziati quelli derivanti dal collegamento a distanza, immediato o differito, attraverso videoconferenze, video-lezioni, *chat* di gruppo, e la "trasmissione ragionata"⁵⁹ di materiali didattici, caricati su piattaforme digitali diventate una risorsa fondamentale per le università telematiche. In tale quadro, sono rilevanti gli effetti benefici sulla psicologia del lavoratore, che è soggetto a un minore carico di *stress*. L'annullamento dei tempi del tragitto casa-lavoro⁶⁰, l'ambiente confortevole della propria abitazione e, in ultimo, la percezione di maggiore facilità e flessibilità nel gestire il proprio tempo libero hanno un notevole impatto positivo sulla prestazione lavorativa.

I rischi, di contro, consistono nella distribuzione limitata e poco selettiva di contenuti didattici, nonché nella somministrazione di verifiche senza la necessaria premessa esplicativa degli argomenti trattati che, in assenza di un altrettanto indispensabile momento chiarificatore, possono rappresentare le pericolose premesse del cosiddetto "eccessivo carico cognitivo" e di un percorso educativo opprimente anziché stimolante⁶¹. Un ulteriore pericolo da non sottovalutare, soprattutto nell'ambito di aziende caratterizzate da una forte competitività con il contesto esterno o di quei settori della Pubblica Amministrazione i cui risultati dipendono dal coordinamento tra i vari dipendenti, è l'assenza di una adeguata "formazione sociale" basata su relazioni interpersonali reali e vive, cemento dei processi di *team building* che, in contesti virtuali, rischia di essere annullata o quantomeno drammaticamente ridotta.

Per quanto riguarda i MOOC, essi nascono e si diffondono principalmente tra le università

58 La Digital RBT di Andrew Church è consultabile integralmente al sito www.researchgate.net/publication/228381038_Bloom's_Digital_Taxonomy.

59 Con questo termine (proprio del mondo della formazione digitale) si intende la possibilità di poter somministrare al discente, attraverso il caricamento in piattaforma, specifici contenuti teorici e multimediali.

60 Molto spesso l'utilizzo della DaD permette di eliminare tragitti casa-lavoro, che in molti casi richiede diverse ore di viaggio.

61 Margherita Mazario, Riflessioni itineranti sulla didattica a distanza, www.edscuola.eu/wordpress/?p=133004, 2020.

americane a cavallo degli anni '10 del nostro secolo, secondo il seguente format: gli studenti devono visionare una lezione video molto breve per poi svolgere dei compiti assegnati *online*, valutati da altri studenti, anch'essi collegati in rete, oppure da sistemi computerizzati. Grazie a tale modalità è possibile somministrare contemporaneamente contenuti formativi anche a centinaia di migliaia di discenti.

Uno dei maggiori rischi che questa metodologia comporta, tuttavia, è l'elevato tasso di abbandono che si registra negli Istituti di formazione. Uno dei motivi per i quali il *dropout* è decisamente più elevato rispetto ai corsi svolti in presenza, è da ricercarsi nella natura stessa dei MOOC, che spesso aprono indiscriminatamente ad un pubblico che non deve essere necessariamente in possesso di competenze specifiche. L'adesione facilitata e comoda tramite un semplice *click* dalla propria abitazione si traduce sovente in un'iscrizione dettata da curiosità piuttosto che da un reale interesse o da particolari necessità formative. Per tale ragione, le università cercano oggi di valutare accuratamente il *target* di ciascun MOOC, al fine di costruire ed integrare il corso con contenuti e strategie che lo rendano il più possibile adeguato ai *customers* e performante in relazione ai risultati che essi intendono ottenere. Il problema sembra annullarsi nel momento in cui i MOOC sono utilizzati all'interno di un'azienda oppure articolati prevedendo la possibilità di *partnership* con compagnie private. Difatti, la partecipazione dei dipendenti di un'azienda è dettata da necessità di aggiornamento professionale e di miglioramento delle prestazioni *on the job*, per cui l'accesso a questa modalità viene effettuato in modo consapevole e sentito dal frequentatore, soprattutto se è la stessa azienda che sponsorizza il corso o paga per il suo svolgimento.

La formazione basata sui MOOC presenta diversi vantaggi: l'apprendimento di nuove conoscenze, l'approfondimento di quelle già in possesso e l'acquisizione di *awareness* su prodotti e servizi. I MOOC, inoltre, offrono la possibilità di ottimizzare i processi lavorativi e di sviluppare il senso di appartenenza all'azienda da parte dei dipendenti.

Essi possono accedere alle informazioni necessarie per lo svolgimento di un compito e acquisiscono maggiore fiducia e autostima. Tutti questi vantaggi potrebbero essere sfruttati anche nella Pubblica Amministrazione per costruire una strategia di lungo termine che si avvalga di una formazione basata su metodologie innovative. Anche nel settore pubblico occorre sostenere progetti di sviluppo personale e professionale per integrare i dipendenti in maniera più efficace nei processi amministrativi e ridurre, in tal modo, le distanze presenti in ambito formativo tra pubblico e privato.

2. La Formazione nell'ambito della Difesa

a) Inquadramento giuridico/normativo

L'impiego delle tecnologie innovative e, in particolare, delle DTs per la formazione del personale nel settore civile apre la strada all'idea di utilizzare i medesimi strumenti anche nell'ambito della Difesa. A monte di tale possibilità, in un settore burocratico e gerarchizzato quale il comparto Difesa, risulta preminente l'analisi delle disposizioni che disciplinano la formazione, con particolare riguardo al quadro dottrinale di riferimento e agli aspetti connessi al possibile uso delle nuove tecnologie. La potenziale implementazione delle DTs nell'ambito della formazione del personale militare, difatti, non pregiudica il rispetto dell'architettura formativa tradizionale in vigore, in quanto l'impiego del nuovo strumento tecnologico non modifica gli obiettivi formativi di base.

Il primo riferimento è l'articolo 715 del Codice dell'Ordinamento Militare (COM - Decreto Legislativo 15 marzo 2010, n. 66) che definisce la formazione come un complesso di attività volte alla: *“maturazione delle caratteristiche personali e alla creazione delle competenze tecnico-professionali del militare. Il processo formativo viene suddiviso in iniziale o di base, finalizzato all'immissione o stabilizzazione in ruolo del militare, e successivo o permanente, insieme di attività con cui si educano, si migliorano o si indirizzano le risorse umane attraverso la preparazione culturale, etica e morale e tecnico-professionale”*. L'articolo 89 del Testo Unico delle disposizioni regolamentari in materia di ordinamento militare (TUOM - Decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, nr. 90) evidenzia ulteriormente l'importanza e la centralità della formazione nella gestione della risorsa umana, attribuendo al Capo di Stato Maggiore della Difesa, sentiti i Capi di Stato Maggiore di Forza Armata e il Comandante Generale dell'Arma dei Carabinieri, la competenza a *“emanare disposizioni di carattere generale sugli obiettivi della formazione delle Forze Armate”* e promuovere l'aggiornamento delle relative normative di settore, nonché la funzione esclusiva di definire *“programmi e direttive riguardanti il perfezionamento, a carattere interforze, della formazione professionale e culturale del personale”*. Tale articolo sottolinea i due ambiti di intervento dell'autorità militare nel delicato settore della formazione: indirizzo generale per la formazione di base, che resta competenza dei Capi di Forza Armata (come previsto dal successivo art. 95), e piena responsabilità per la formazione interforze. Il Capo di Stato Maggiore della Difesa assolve dunque una funzione

particolarmente delicata nel garantire l'omogeneità complessiva degli iter formativi "iniziali" *single service*, attraverso la definizione di obiettivi comuni, e di quelli "successivi", attraverso percorsi strutturati a livello interforze. Dai suddetti articoli discendono le due direttive di riferimento da cui trarre gli elementi fondanti della dottrina nel "delicato" settore della formazione della Difesa. Tali documenti sono la "SMD - FORM 001 - Direttiva sulla Formazione del Personale Militare - Ed. 2020", che racchiude i principi cardine della formazione in ambito Difesa e la "SMD - FORM 010 - Direttiva per la Ricerca e la Formazione della Difesa – ed. 2020" che, invece, delinea l'architettura attraverso cui il Centro Alti Studi Difesa (CASD) contribuisce a definire le linee di indirizzo del Capo di Stato Maggiore della Difesa.

A livello di Forza Armata discendono poi le relative pubblicazioni in materia di formazione del personale militare, quali la Direttiva 7047-2021- "Linee guida sulla formazione del personale dell'Esercito", la SMM-FORM 001 - "Direttiva sulla formazione di base del Personale Militare", la SMA-ORD-045 - "Direttiva sulla formazione del personale militare dell'Aeronautica" e i regolamenti degli Istituti di formazione per l'Arma dei Carabinieri.

b) Il processo di formazione delle competenze nel mondo militare

Gli avvenimenti degli ultimi anni hanno evidenziato come lo scenario geopolitico e l'ambiente in cui il militare è impiegato sia diventato sempre più complesso e caratterizzato da veloci e inaspettati stravolgimenti. Per operare in un ambiente in continuo cambiamento è richiesta al militare l'acquisizione di una serie di competenze nuove e diversificate. La PME deve adeguarsi a questa nuova esigenza: il processo di formazione deve essere in grado di aggiornare costantemente le *skills* della componente militare, in linea con i *requirements* dell'ambiente in cui opera.

Un approccio alla formazione che tenga conto di queste caratteristiche comporta una vera e propria rivoluzione del concetto di "preparazione del militare": l'elemento umano diventa centro del sistema per assolvere al meglio gli obiettivi istituzionali dell'organizzazione. Questo nuovo metodo porta con sé alcune conseguenze che è necessario gestire affinché il processo risulti sostenibile e virtuoso nel lungo periodo. Il primo tassello indispensabile è la realizzazione di un'architettura formativa in grado di adattarsi dinamicamente ai rapidi cambiamenti internazionali, sociali e tecnologici. Il secondo aspetto da considerare, invece, è l'orientamento verso un tipo di formazione sempre più "personalizzata". Essa dovrà essere costante lungo tutto l'*excursus*

professionale, con una distribuzione ad intervalli regolari nel tempo e nello spazio, e dovrà anche essere in grado di adattarsi al crescere dei livelli di responsabilità. In altre parole, il percorso formativo dovrà avere le caratteristiche di virtuosità e flessibilità e, ove possibile, tenere conto delle vocazioni del singolo. Allo stesso tempo il processo dovrà garantire in maniera progressiva e integrata lo sviluppo delle capacità personali, oltre a quelle specifiche tecnico-professionali, nonché la crescita motivazionale lungo tutto il profilo di carriera.

Negli ultimi anni la Difesa ha integrato questo approccio negli aspetti giuridico-normativi, applicativi e di indirizzo. Come visto nel paragrafo precedente, sono stati definiti i principi generali e le linee guida per l'implementazione di una solida struttura organizzativa nella formazione militare. Nelle pagine che seguono tali indirizzi verranno ulteriormente descritti e analizzati alla luce dei concetti dottrinali elaborati dalla Difesa sulla PME. Questi principi rappresentano "le lenti" attraverso cui guardare i capitoli successivi.

Terminata questa necessaria premessa, è possibile ora procedere nel delineare la terminologia e i concetti specifici inerenti alla formazione che il mondo militare ha fatto propri. L'elemento da cui partire è il concetto di *formazione permanente*, che rappresenta la base della riorganizzazione del sistema educativo-formativo della Difesa: essa ha come obiettivo quello di garantire una formazione continua del personale militare nell'arco dell'intera carriera, indipendentemente dal grado e dal ruolo.

La formazione permanente, a sua volta, si compone di due elementi caratterizzanti, ovvero le due dimensioni della formazione permanente: temporale e strumentale/ambientale. La dimensione temporale (*lifelong learning*) rappresenta un processo individuale che mira all'acquisizione di ruoli e competenze, permeando l'intero arco di vita del soggetto. Essa comporta un cambiamento costante nel tempo al fine di adattare il soggetto ai bisogni sociali o lavorativi, sia in campo professionale che personale.

La dimensione strumentale/ambientale (*lifewide learning*), invece, può considerarsi una "estensione" del *lifelong learning*. Il *lifewide learning*⁶², infatti,

62 Esso a sua volta rientra nell'ancora più ampio concetto di *Lifewide education* la cui origine è all'Agenzia Nazionale Svedese per l'Educazione che così definisce la dimensione *Lifelong*: "The lifelong dimension represents what the individual learns throughout the whole life-span. Knowledge rapidly becomes obsolete and it is necessary for the individual to update knowledge and competence in a continuous process of learning. Education cannot be limited to the time spent in school, the individual must have a real opportunity to learn throughout life. The lifelong dimension

sintetizza il concetto secondo cui la formazione abbraccia tutti gli aspetti della vita ed evidenzia come essa possa aver luogo in tutti gli ambiti, siano essi contesti formali (in cui l'apprendimento si svolge negli istituti di istruzione/formazione e porta all'acquisizione di diplomi e di qualifiche riconosciute), non formali (in cui l'apprendimento si svolge al di fuori delle principali strutture d'istruzione/formazione e, di solito, non porta a riconoscimenti ufficiali) e informali (in cui l'apprendimento avviene come naturale corollario alla vita quotidiana, detto anche contesto esperienziale)⁶³.

La dottrina esaminata mette in evidenza le numerose sfaccettature dell'apprendimento umano così come le numerose possibilità di sfruttamento nei contesti educativi; allo stesso tempo lascia intravedere le implementazioni non ancora promosse nell'ambito della formazione e sulle quali è possibile fin da ora investire.

Entrando ancora più nello specifico e approfondendo il concetto di formazione, occorre effettuare una distinzione fra i due aspetti canonici del percorso formativo del militare, che rappresentano due momenti aventi finalità differenti: la formazione iniziale e la formazione successiva. La formazione iniziale (o di base) è rivolta a tutto il personale reclutato nelle Forze Armate ed è finalizzata alla presa di coscienza del proprio status di militare e all'acquisizione di competenze necessarie ai rispettivi ruoli e/o categorie. L'obiettivo organizzativo di questa prima fase è quello di formare militari capaci di assolvere i propri compiti istituzionali con professionalità e, soprattutto, sviluppare un "consapevole senso del dovere" derivante dall'appartenenza alla comunità militare. In considerazione di questa duplice finalità organizzativa, la formazione iniziale deve essere suddivisa in due sottofasce: formazione accademica e formazione professionale⁶⁴.

Il citato passaggio della SMD-FORM 001 definisce altresì due sottofasce della formazione iniziale: la prima "*è finalizzata alla condivisione di quei principi, valori, codici etici e morali che contraddistinguono lo status di militare (es. saper essere un militare), nonché all'acquisizione di competenze basiche, caratterizzanti il militare nel proprio ruolo all'interno dell'organizzazione (es. saper essere un Graduato)*"⁶⁵. La seconda, invece, "*è finalizzata all'acquisizione di competenze specialistiche, ossia delle conoscenze e abilità che consentono al militare di svolgere, a livello tattico, le*

is non-problematic, what is essential is that the individual learns throughout life. The lifewide dimension refers to the fact that learning takes place in a variety of different environments and situations, and is not only confined to the formal educational system. Lifewide learning covers formal, non-formal and informal learning".

63 Un ulteriore approfondimento sulle dinamiche degli ambienti formali, non formali e informali è presente nel cap. 3.

64 SMD - FORM 001 - Direttiva sulla Formazione del Personale Militare - Ed. 2020 - P.5.

65 Ibidem.

proprie funzioni tecnico-operative presso i Reparti/Enti della Difesa (es. saper essere un Ufficiale di fanteria dell'Esercito)".

La formazione successiva (o permanente) costituisce una fase di formazione "avanzata" in cui si perfezionano le competenze già acquisite in fase iniziale, al fine di sviluppare quelle competenze di più alto spessore che permettano di operare a livello operativo e strategico, nonché *"consolidare quella disciplina interiore imprescindibile per un agire individuale sempre fedele agli obiettivi istituzionali"* (SMD-FORM 001 - Prefazione).

Inquadrate le nozioni di base, occorre ora analizzare come i concetti sopra menzionati e l'architettura della formazione agiscono sul destinatario finale e come questi, a sua volta, possa mettere a disposizione della comunità quanto appreso. A tale scopo è necessario introdurre il concetto di competenza, la cui definizione è sintetizzabile come *"quell'insieme di caratteristiche che rendono una persona efficace a svolgere determinate attività"*⁶⁶. Tali caratteristiche sono *"multifattoriali, finalizzate ad una specifica mansione oltre che "invisibili" in quanto tali"*⁶⁷ e possono distinguersi a loro volta in competenze *basiche* e *specialistiche*.

Per capire il significato del termine "multifattoriale" è necessario approfondire il concetto di competenza e osservare come questa sia un qualcosa di "scomponibile", ossia formata da una serie di sotto-fattori di peso variabile⁶⁸, quali personalità, valori, conoscenze, capacità ed esperienze. Questi fattori, a loro volta, possono essere così descritti:

- personalità: è uno dei maggiori elementi di incidenza sulle prestazioni dell'individuo; ad esempio, il militare, in base alla sua personalità, potrà rendere meglio in determinate condizioni e meno in altre, e potrà assimilare meglio determinate nozioni a seconda delle condizioni di impiego;
- valori: incidono nel mondo delle competenze e influenzano il comportamento degli individui nell'ambito delle organizzazioni; l'esempio più semplice è il cosiddetto "attaccamento alla bandiera" del militare o lo spirito di corpo dei *team* a livello tattico;
- conoscenze: si tratta di uno degli elementi centrali delle competenze (e a volte viene erroneamente considerato quale elemento "che ingloba" tutti gli altri fattori);

66 Modulo di *Change Management* 24[^] corso ISSMI - Prof. Alessandro Hinna.

67 Il concetto di invisibile deriva dal fatto che la competenza in sé non esiste, ma esistono solo una serie di comportamenti "osservabili" - Modulo di *Change Management* 24[^] corso ISSMI - Prof. Alessandro Hinna.

68 Modulo di *Change Management* 24[^] corso ISSMI - Prof. Alessandro Hinna.

- capacità: sono le capacità relazionali (*leadership*, osservazione, analisi, comunicative), che si distinguono nettamente dalle conoscenze⁶⁹;
- esperienza: è la storia personale di ognuno. A parità di conoscenze, la prestazione di due militari può essere molto diversa proprio in funzione dell'esperienza, del proprio *background*, dei *feedback* ricevuti negli anni di attività, ecc. Un militare con esperienza sarà allora più performante rispetto a uno alle prime armi.

Definiti gli elementi teorici che costituiscono una competenza è ora possibile entrare nel dettaglio e definire in cosa consistono le competenze basiche per la Difesa e, in questo, riveste un ruolo di fondamentale importanza la pubblicazione SMD-FORM 001:

“Le competenze basiche costituiscono un insieme di conoscenze e abilità che permettono al personale militare di “orientarsi” adeguatamente all’interno dell’organizzazione, avendo coscienza del proprio ruolo, e operare efficacemente secondo modelli condivisi da tutte le Forze Armate. Tali insiemi devono essere acquisiti inizialmente presso gli Istituti di formazione, nella fase immediatamente successiva al reclutamento, e arricchiti successivamente e progressivamente secondo le esigenze derivanti dall’impiego previsto all’interno dell’organizzazione. Le competenze basiche costituiscono quel nucleo centrale della formazione militare con valenza interforze che garantisce una crescita armonizzata di conoscenze e abilità del personale militare appartenente alle diverse Forze Armate, favorendo così una gestione sempre più coesa e unitaria dello strumento militare”.

Come accennato, le competenze di base rappresentano le principali aree tematiche in cui il Capo di Stato Maggiore della Difesa esercita prioritariamente le proprie attribuzioni in termini di indirizzo, attraverso disposizioni di carattere generale sugli obiettivi della formazione delle Forze Armate⁷⁰.

Passando alle competenze specialistiche, sempre stando alle definizioni contenute nella direttiva di riferimento, esse *“costituiscono l’insieme di conoscenze e abilità settoriali che forniscono al singolo militare tutti gli strumenti necessari per assolvere efficacemente i propri compiti istituzionali derivanti dalla categoria/specialità di appartenenza. L’acquisizione e l’approfondimento di tale insieme sono responsabilità della singola Forza Armata”*⁷¹.

69 Metaforicamente si dice che le conoscenze si erogano e si acquisiscono, le esperienze si fanno sul campo, mentre le capacità si allenano. Le capacità sono tendenzialmente innate e possono essere allenate o meno e quindi potenziate o depotenziate; le conoscenze invece possono essere acquisite.

70 SMD - FORM 001, op.cit., pag. 6, note.

71 Ibidem, P.8.

Le linee guida della Difesa che definiscono compiti e responsabilità risultano dunque chiare e coerenti con il disegno generale. Come già anticipato, le disposizioni di carattere generale afferenti alle competenze di base (orientarsi nel mondo militare, conoscenza del proprio “ruolo istituzionale” e altri elementi a carattere interforze) rimangono ad appannaggio del Capo di Stato Maggiore della Difesa, mentre la responsabilità della formazione di carattere specialistico e tecnico è rimessa ai Capi di Stato Maggiore delle singole Forze Armate⁷², specificatamente delegate in tal senso.

Conclusa la premessa sulle definizioni, indispensabile per poter inquadrare l'argomento in ambito Difesa, il prosieguo della discussione entrerà più nello specifico con un *focus* sulle competenze di base del militare a livello interforze. Esse sono indipendenti dal grado e dal ruolo ricoperti e, soprattutto, hanno carattere “trasversale” alle categorie previste dall’ordinamento, rappresentando quegli elementi comuni del militare.

Lo Stato Maggiore Difesa ha individuato dieci competenze di base che verranno di seguito elencate e brevemente descritte⁷³:

- comunicazione scritta e orale;
- comunicazione nelle lingue straniere;
- competenze giuridiche;
- relazioni internazionali e geopolitica;
- competenze economico-finanziarie e manageriali;
- pianificazione delle operazioni militari;
- organizzazione della Difesa a livello nazionale, NATO e UE;
- competenze personali, sociali e relazionali (competenze trasversali);
- consapevolezza ed espressione culturale (storia, etica militare, *gender*);
- competenze digitali.

Come si evince dalla lista sopra riportata ciò che viene richiesto al militare moderno è il saper “maneggiare” una serie di competenze sia di carattere *multidisciplinare* (discipline diverse) che *interdisciplinare* (metterle in relazione tra loro). Di questo elenco è inoltre possibile fare un’analisi più approfondita e percepire quali siano le direttrici su cui poggiano le competenze di base auspiccate.

Capacità comunicative: il militare deve essere in grado di comunicare in maniera

72 TUOM (Decreto del Presidente della Repubblica 15 marzo 2010, nr. 90) – art. 95: “(...) in campo nazionale i Capi di stato maggiore di Forza Armata emanano (...) le direttive per il reclutamento, la selezione, la formazione e l’addestramento del personale e ne dispongono e controllano l’attuazione”.

73 SMD - FORM 001, op.cit., pag. 6-8.

corretta ed efficace, in modo da saper recapitare il messaggio a qualsiasi tipo di destinatario, sia in forma scritta che in forma orale. Non solo, il contesto internazionale, le realtà operative e le missioni internazionali sono ormai parte integrante della quotidianità del militare e il saper comunicare anche nelle lingue straniere (inglese *in primis*) diventa un prerequisito essenziale.

Conoscenze giuridiche: la consapevolezza delle norme giuridiche nazionali amministrative e disciplinari e, allo stesso tempo, la conoscenza delle norme attinenti lo *Jus ad bellum* e lo *Jus in bello* diventano di fondamentale importanza per la corretta esecuzione dei propri compiti istituzionali.

Conoscenze geopolitiche: consistono nel sapersi muovere, comprendere, analizzare il contesto geopolitico e le relazioni internazionali nelle quali il quadro nazionale opera. È richiesta la comprensione delle dinamiche di funzionamento della Difesa nei rapporti con le grandi Organizzazioni internazionali di cui l'Italia fa parte, come ONU, NATO e Unione Europea, e nelle relazioni bilaterali.

Competenze economico-finanziarie e manageriali: in parte connesse con le conoscenze giuridiche, queste competenze comprendono anche la capacità di analisi macroeconomica e manageriali come, ad esempio, la capacità di gestione di attività di *Procurement Management*. Rientrano in questa voce anche quelle capacità di comprendere e utilizzare le principali metodologie di *Project Management* nella gestione dei progetti assegnati per il raggiungimento degli obiettivi.

Capacità di pianificazione militare: rappresentano un aspetto centrale della figura del militare. La pianificazione contempla strumenti a livello tattico, operativo e strategico, ma anche la capacità di saper pianificare in contesti internazionali, *joint* e *combined*.

Capacità tecnologiche e digitali: il saper utilizzare i *tools* che la tecnologia attuale ci mette a disposizione è oggi un requisito importantissimo. Una buona base di conoscenze nel campo dell'informatica, del digitale e della *cybersicurezza* diviene oggi più che mai una necessità indispensabile in un mondo ad alto tasso di tecnologia, la cui adozione ha un andamento esponenziale.

Competenze trasversali: queste ultime possono considerarsi il “comun denominatore” di tutte le altre sopra menzionate. Il militare deve saper conoscere sé stesso, conoscere gli altri e le persone con cui si relaziona (empatia verso sottoposti e superiori). È necessario che abbia un atteggiamento rispettoso ed aperto nei confronti di manifestazioni di pensiero diverse dalle proprie e deve sempre agire in maniera proattiva, reagendo velocemente ai cambiamenti dello scenario in cui opera,

mantenendo la lucidità mentale, fondamentale per affrontare le situazioni di *stress*.

Il militare deve sempre ricordarsi che egli è sempre vessillo del patrimonio storico/valoriale dell'organizzazione e pertanto deve adeguare il suo comportamento in maniera adeguata al ruolo istituzionale ricoperto.

c) Il sistema di organizzazione delle competenze

Nell'ambito di questo capitolo, si è prima descritto il contesto normativo in cui si inquadra la formazione, si sono poi analizzati i suoi elementi fondamentali, ovvero le competenze e sue declinazioni e, infine, in questo paragrafo, si descriverà come l'approccio della Difesa si inserisca nel quadro europeo nel sistema delle "qualifiche dell'apprendimento".

In un mondo sempre più connesso e in continua competizione si è reso necessario sia "certificare le competenze" acquisite dal militare, sia "rapportare" tali competenze al mondo civile, in ambito nazionale e internazionale, nonché con gli altri sistemi di formazione militari nel quadro delle istituzioni europee.

Al fine di avere in ambito europeo un sistema di riferimento comune in grado di confrontare/paragonare le competenze e le qualifiche del personale, nel 2008 è nato il Quadro Europeo delle Qualificazioni (*European Qualification Framework - EQF*), ossia un sistema di riferimento che confronta e collega le qualifiche professionali (*learning outcome*) in vigore nei diversi Paesi dell'Unione Europea⁷⁴, permettendo altresì di interpretarle secondo un codice condiviso⁷⁵.

In estrema sintesi, questo sistema ha creato una griglia di otto livelli che permette di identificare in modo veloce e univoco il livello di conoscenza raggiunta da un individuo in un certo ambito: i vari Paesi europei hanno a disposizione un riferimento comune per associare ogni qualifica (ovvero le competenze acquisite) ottenuta a livello nazionale con il corrispondente livello EQF. Gli otto livelli di questa griglia prendono in considerazione l'intera gamma di titoli, partendo da un livello 1 di base, che corrisponde alla conclusione dell'istruzione primaria, fino ad arrivare al livello 8 che comprende i titoli più avanzati come i dottorati.

L'introduzione di questo sistema dai primi anni 2000 ha radicalmente modificato

74 Oltre agli Stati membri dell'UE, altri 11 Paesi si stanno preparando ad attuare l'EQF: Islanda, Liechtenstein e Norvegia (Paesi dello Spazio economico europeo), Albania, Macedonia del Nord, Montenegro, Serbia e Turchia (Paesi candidati), Bosnia-Erzegovina, Kosovo (candidati potenziali) e Svizzera.

75 I principali obiettivi del Quadro Europeo delle Qualifiche possono essere sintetizzati in: dare la possibilità ai cittadini europei di spostarsi nei diversi Paesi Europei facendo valere i crediti formativi/i titoli ottenuti nel proprio Paese d'origine e agevolare le esperienze di *lifelong learning*. Fonte: Quadro europeo delle qualifiche per l'apprendimento permanente (EQF), Comunità europea, 2009.

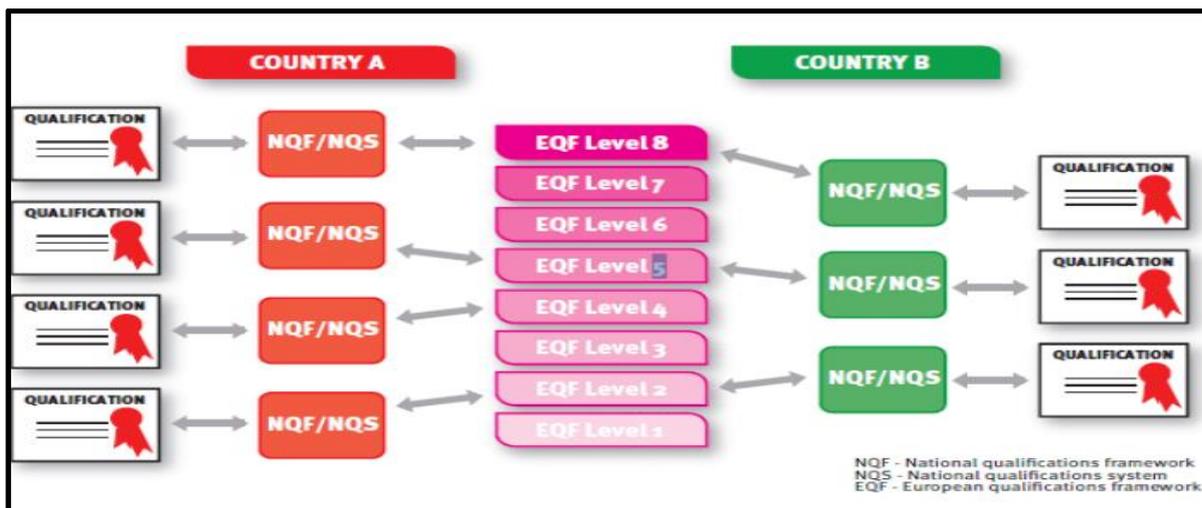
l'approccio alla formazione tradizionale, spostando l'attenzione da programmi di apprendimento e corsi caratterizzati dalla standardizzazione ad uno schema legato ai risultati dell'apprendimento, il *learning outcome* appunto. I risultati dell'apprendimento a loro volta orientano il *focus* della formazione sui tre elementi caratterizzanti, vale a dire cosa una persona "sa" (conoscenza), "capisce" (abilità) ed è in "grado di fare" (competenza - considerata come unione di responsabilità e autonomia). Per ogni livello EQF della griglia, pertanto, vengono indicate le conoscenze, le abilità e le competenze acquisite da chi ha ottenuto la qualifica⁷⁶.

A livello nazionale, il Decreto Ministeriale 08 gennaio 2018 ha istituito il "Quadro Nazionale delle Qualificazioni" (QNQ)⁷⁷ quale dispositivo per l'equiparazione delle qualificazioni italiane all'EQF, al fine di raccordare il sistema italiano con quelli degli altri Paesi europei e permettere, quindi, il confronto tra qualificazioni in ambito UE. È chiaro che un approccio del genere, oltre ad adeguare le qualificazioni nazionali allo EQF, aggiunge loro un valore internazionale perché le rende chiare a utenti di altri Paesi. A titolo di esempio, viene riportato (vedasi figure 7-8-9 in Allegato A) un estratto della tabella di sintesi QNQ e la "referenziazione" delle qualificazioni italiane al sistema EQF, ossia la corrispondenza tra diplomi/qualifiche italiani e livelli EQF.

A completamento di questa panoramica, viene di seguito riportata una schematizzazione logica delle modalità di conversione dei livelli EQF con gli equivalenti nazionali: la qualifica ottenuta a livello nazionale (NQF-*National Qualification Framework*) passa attraverso un sistema di qualificazione (NQS - *National Qualification System*, per l'Italia il QNQ) grazie al quale è possibile poi trovare il corrispettivo livello nel sistema EQF.

76 Per completezza d'informazione, si riportano, in allegato A, estratti di alcune tabelle esemplificative. La prima è relativa ai livelli di qualifica EQF: le conoscenze, abilità e competenze necessarie per ogni livello.

77 Il QNQ è stato istituito con decreto interministeriale MLPS – MIUR (Ministero del Lavoro e Politiche Sociali e Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca), 8 gennaio 2018.



Fonte: EQF Newsletter April 2010 eac-eqfnewsletter@ec.europa.eu

Schema esemplificativo di conversione EQF/livelli nazionali

Alla luce della strutturazione europea e nazionale, anche il mondo militare della Difesa ha lavorato per recepire il *framework* di riferimento. La stessa pubblicazione SMD FORM 001, infatti, esplicita e definisce quali siano i corrispettivi dei livelli di qualifica EQF/QNQ per tutti i ruoli della Difesa. In questa trattazione vengono riportate alcune immagini esemplificative nelle figure 10 e 11 in allegato A, relative al livello di “formazione iniziale” per Ufficiali e per Sottufficiali (Marescialli/Ispettori).

La naturale conseguenza della nascita di un *framework* internazionale è la recente definizione di un nuovo concetto europeo di educazione militare, ovvero quello di Università Nazionale di Difesa. Questi Istituti, università a tutti gli effetti, sono inquadrati nell’ambito del Ministero della Difesa e sono accreditati quali Enti di formazione pienamente legittimi e resi accessibili anche al personale civile. Con lo sviluppo di tali Istituzioni, cercando di applicare linee comuni in Europa, i Ministeri hanno trasformato le NDU in incubatori per il processo di europeizzazione anche a livello militare. Questa iniziativa rappresenta uno dei passaggi fondamentali dello sviluppo di una convergenza culturale militare europea e costituisce una delle future colonne per una solida cooperazione europea in materia di sicurezza, una tematica che negli ultimi mesi è tornata di forte attualità.

La Difesa italiana, in sintonia con il quadro europeo e in virtù delle ragioni appena menzionate, ha dato vita al programma “formare per operare” che l’Autorità politica ha affidato direttamente al Centro Alti Studi per la Difesa “*al fine di generare la conoscenza necessaria e indirizzare il processo di valorizzazione della formazione della Difesa Italiana*” (SMD FORM 010, pag.1).

d) Il ruolo del Centro Alti Studi per la Difesa

Con la legge n. 77 del 17 luglio 2020⁷⁸ il CASD, massimo organo di formazione degli Ufficiali delle Forze Armate italiane, nonché polo culturale di maggior prestigio in Italia in materia di Sicurezza e Difesa, è stato designato quale Scuola Superiore ad Ordinamento Speciale (SOSS)⁷⁹. Tale Istituto, in coerenza con il *framework* europeo delle Università Nazionali di Difesa, è riconosciuto dal Ministero dell'Istruzione⁸⁰ italiano e, come già anticipato, è un ente pubblico che offre percorsi di alta formazione e ricerca che si affiancano a corsi di studio di tipo universitario, dottorale e post-dottorale.

In ragione della recente evoluzione del quadro normativo, il CASD continua ad assolvere il suo compito di alta formazione militare e, allo stesso tempo, assume un ruolo “centrale” nella ricerca in materia di difesa e sicurezza. A dimostrazione dell'importanza di questo ruolo sono da menzionare i recenti lavori di ristrutturazione degli ambienti dove viene erogato l'insegnamento, potenziati e ammodernati sul piano tecnologico al fine di assolvere al meglio le nuove funzioni e per coadiuvare in maniera sempre più qualificata lo Stato Maggiore Difesa.

Il Comandante del Centro, Ammiraglio Giacinto Ottaviani, a tal proposito, durante la cerimonia di inaugurazione dell'anno accademico 2021, alla presenza del Presidente della Repubblica, ha specificato che il 2021 ha visto per la prima volta il CASD erogare un corso di dottorato di ricerca in materia di “*sicurezza cyber e innovazione formativa*” proprio in ragione del suo accreditamento (per ora sperimentale) a Scuola Superiore, “*sfida questa che è stata raccolta dal CASD con entusiasmo, che ha già avviato progetti di modifica della propria fisionomia per adeguarla a quella universitaria*”⁸¹.

In questa nuova organizzazione, il CASD diviene la “chiave di volta” di un sistema formativo innovativo, in cui la “teoria della formazione” diviene lo strumento applicativo per “forgiare” una *leadership* flessibile e protesa al futuro.

Nei prossimi anni il CASD assumerà inoltre il ruolo di “*Think Hub*”, ossia vero e

78 Art. 238 Bis - Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 19 maggio 2020 n.34, recante misure urgenti in materia di salute, sostegno al lavoro e all'economia, nonché di politiche sociali connesse all'emergenza epidemiologica da COVID-19.

79 Si tratta di istituzioni statali che rilasciano titoli aventi valore legale (tra cui il perfezionamento, equiparato al dottorato di ricerca e riconosciuto come dottorato di ricerca). Alcune di esse organizzano anche dei corsi di master universitario, autonomamente (possono farlo quelle che hanno uno statuto universitario) o congiuntamente con gli atenei con cui collaborano.

80 Il CASD è l'unico ente facente parte del Ministero della Difesa ad essere riconosciuto SOSS dal Ministero dell'istruzione.

81 “*A scuola di Difesa. Mattarella apre l'anno accademico del CASD*” di Marco Battaglia.

proprio centro di pensiero per la Difesa e per il Paese, per lo sviluppo e l'erogazione della PME, in linea con gli orientamenti NATO e dell'Unione Europea. Il suo sarà un approccio olistico, indispensabile per *“sviluppare percorsi formativi che favoriscano l'integrazione interdisciplinare fra mondo accademico nazionale e ricerca nel settore della Difesa, nonché integrare il sistema di formazione universitaria, post-universitaria e della ricerca a sostegno del rilancio di un più armonico sviluppo dei settori produttivi strategici dell'industria nazionale”*⁸².

3. NATO e Formazione

Dopo aver analizzato la struttura e l'organizzazione della formazione in ambito Difesa, verrà ampliata la ricerca osservando in quali termini l'Alleanza Atlantica ha declinato il proprio sistema di formazione professionale. La NATO⁸³ conduce programmi di istruzione e formazione tesi ad implementare la coesione, l'efficacia e la prontezza delle sue forze multinazionali. In tale ambito, è possibile distinguere il *Key Leader Training (KLT)* dalla PME in termini di obiettivi e durata della formazione proposta. Il KLT è un particolare tipo di formazione con orizzonte temporale breve (1-3 anni) e orientato a sviluppare nel personale capacità e competenze specifiche. La PME, invece, è un tipo di formazione con un orizzonte temporale a lungo termine e con un *focus* specifico sullo sviluppo di carriera. In essa assume particolare importanza lo sviluppo della *leadership*, delle conoscenze professionali e, più in generale, di abitudini e schemi mentali che accompagneranno il personale nel prosieguo della carriera. Il punto nevralgico di tale formazione, infatti, è lo sviluppo di una “agilità mentale”, integrata da un pensiero critico e razionale, nonché da una capacità decisionale fondata su solidi presupposti etici. In altre parole, l'obiettivo formativo principale della PME consiste nell'educare il personale alle capacità di comando, ovvero renderlo capace di guidare, decidere e agire in situazioni d'incertezza e risolvere situazioni critiche dai contorni indefiniti. La PME prevede lo sviluppo di una conoscenza sempre più profonda ed intensa, in linea con l'avanzamento di carriera e con il grado rivestito dal personale. La NATO promuove programmi specifici per le diverse categorie sia all'interno dei Paesi Alleati, che dei Paesi Partner, in modo che il personale acquisisca le capacità necessarie ad affrontare sfide sempre più complesse e ad operare in un ambiente multinazionale e interoperabile.

82 Articolo 238-Bis Legge 77 del 17 luglio 2020 – SMD-FORM 010, cap.2.

83 Ha come compiti principali quello di prevenire, rilevare, scoraggiare e difendere i Paesi membri da qualsiasi minaccia di aggressione al fine di salvaguardare la libertà e la sicurezza dell'Alleanza.

a) Istruzione e formazione nelle operazioni a guida NATO

Gli sforzi della NATO per aumentare la stabilità nelle aree di crisi vanno oltre le pianificazioni di operazioni e lo schieramento di truppe e includono programmi di istruzione e formazione per aiutare i partner a provvedere alla propria sicurezza⁸⁴.

Inizialmente, i programmi di istruzione e formazione avevano come obiettivo lo sviluppo dell'interoperabilità tra le capacità dei Paesi dell'Alleanza e fra queste e quelle dei Paesi partner. Successivamente essi sono stati ampliati fino a includere una stretta collaborazione in tema di formazione nel settore della sicurezza e della difesa. L'Alleanza ha anche sviluppato partnership con organizzazioni internazionali per fornire risposte più coerenti ed efficaci alle complesse sfide in tema di sicurezza.

b) Defence Education Enhancement Program

Andando ad analizzare più da vicino cosa l'Alleanza ha implementato nell'ambito della formazione, va innanzitutto esaminato il cosiddetto Defence Education Enhancement Program (DEEP)⁸⁵, uno strumento innovativo che ha lo scopo di riformare il sistema della formazione militare. Esso, infatti, fornisce un supporto pratico e su misura ai singoli Paesi per sviluppare e ammodernare i loro Istituti di istruzione professionale. Nel consolidare le capacità di analisi e pianificazione della componente militare, tale programma fornisce un importante contributo agli sforzi della NATO nel proiettare stabilità nell'area euro-atlantica e oltre.

Tramite il DEEP, gli Istituti di formazione riescono meglio a identificare i bisogni e le lacune nel settore della difesa. Il DEEP aiuta i partner a modernizzare e professionalizzare l'architettura organizzativa degli Istituti di formazione militare e, insieme a questi ultimi, fornisce assistenza nello sviluppo di programmi di studio specifici su qualsiasi tematica richiesta da un Paese partner. Per sostenere questo lavoro, la NATO e il Consorzio delle Accademie della difesa e degli Istituti di studi sulla sicurezza del Partenariato per la pace (PfP Consortium) hanno prodotto diversi progetti su molteplici argomenti: potenziamento delle Istituzioni della difesa, istruzione militare professionale per gli ufficiali e i sottufficiali, sicurezza informatica, lotta contro l'insurrezione, antiterrorismo e integrità delle infrastrutture, nonché linee guida di riferimento sullo sviluppo professionale dei Sottufficiali.

Il portale DEEP Advanced Distributed Learning (ADL) è una piattaforma per lo

⁸⁴ <https://www.ndc.nato.int/news/news.php?icode=1620#>.

⁸⁵ "DEEP, strategy for distance learning support" di Dr. h. c. Mariusz Solis, NATO Headquarters.

scambio di conoscenze e la generazione di idee relative all'apprendimento a distanza e alla loro divulgazione, promozione e diffusione. Il portale vuole essere una soluzione completa che non solo consenta una più profonda cooperazione all'interno del programma, ma ne influenzi anche la divulgazione e la diffusione per aumentarne la portata. Allo stesso tempo, crea un bacino di competenze nell'uso e nell'implementazione di nuove tecnologie per l'istruzione e la formazione a distanza. Qualsiasi Paese partner della NATO che abbia un piano di cooperazione bilaterale con l'Alleanza può richiedere lo sviluppo di un programma DEEP. Quando ciò avviene, un team di valutazione multinazionale visita il Paese per valutare il potenziale programma con i propri interlocutori. Sulla base di questa valutazione, il team DEEP crea un piano d'azione specifico della durata di tre anni. Gli obiettivi del DEEP vengono raggiunti quando l'Istituto di formazione militare professionale del Partner diventa autosufficiente e non richiede più assistenza esterna.

Costruire un buon sistema educativo di difesa richiede tempo. La modernizzazione della formazione e dell'istruzione in materia di difesa offre un'importante opportunità per rispondere ai deficit prevalenti nella governance globale⁸⁶. Per ottenere una formazione militare adeguata, le Forze Armate devono avere una visione chiara e completa del sistema di istruzione, che va dalla formazione dei cadetti fino all'educazione strategica degli alti Ufficiali. La ricerca e l'istruzione devono procedere di pari passo. Nelle Forze Armate moderne, l'istruzione militare professionale è diventata fondamentale in tutte le categorie professionali quali ad esempio i Sottufficiali, che spesso agiscono in ruoli che storicamente sono stati assunti solo dagli Ufficiali. Per mantenere un sistema educativo solido, i programmi di studio devono essere sviluppati da professionisti dell'istruzione che devono interfacciarsi costantemente con il personale della difesa e con le rispettive istituzioni.

In questo capitolo sono stati analizzati i principi della formazione sia dal punto di vista generale, richiamando la tassonomia di Broom e sue successive integrazioni, sia dal punto di vista particolare della PME. È stata evidenziata l'importanza che il *lifelong learning* e il *lifewide learning* rivestono nella formazione militare, dove il personale ricopre il ruolo centrale dell'intero processo. Si passerà ora ad analizzare quali siano i collegamenti fra le DTs e la PME e, nello specifico, se e in che modo le prime possano rafforzare la seconda. Nel prossimo capitolo, pertanto, verranno individuate le best practices relative all'impiego nel mondo civile delle DTs a scopo didattico e si valuterà

86 "The redesigned Air Force continuum of learning" Lt. Gen. Darryl L. Roberson e Dr. Matthew C. Stafford.

la possibilità di trasferirle in ambito militare. Prima di procedere in questa direzione, verranno approfonditi alcuni concetti relativi all'apprendimento e alle *soft skills*, per poi analizzare casi applicativi dell'IA nel campo della formazione. Verranno descritte, infine, alcune proposte d'impiego dell'IA nella PME, evidenziando quali potrebbero essere i benefici per la Difesa.

CAPITOLO III

APPLICAZIONI DELLE *DISRUPTIVE TECHNOLOGIES* NELLA *PROFESSIONAL MILITARY EDUCATION*

1. L'apprendimento formale, informale e non formale

Le innovazioni introdotte dal fenomeno della *Big Bang Disruption* delimitano un contesto formativo complesso e imprevedibile e richiedono, in ambito Difesa, solide capacità di adattamento e di apertura alle nuove tecnologie. Queste, infatti, prospettano scenari di insegnamento e apprendimento sempre più partecipativi e interconnessi, cui la PME è chiamata ad adeguarsi.

La pandemia da Covid-19 ha agito da acceleratore in questo processo di cambiamento ed è in questo scenario che la formazione ha subito un cambio di *mindset* considerevole. L'Italia, in ambito UE, sta sfruttando correttamente il dispositivo RRF⁸⁷ e, difatti, il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) richiama in tutti i suoi principali passaggi il tema della formazione correlato alle DTs: un programma di aggiornamento sulle competenze digitali che testimonia la consapevolezza in un futuro orientato verso la didattica tecnologica.

L'obiettivo di questo capitolo è quello di comprendere e analizzare come sfruttare appieno le DTs per rendere più coinvolgenti e più efficaci le modalità adottate nella formazione in ambito Difesa. Per fare ciò è però necessario un cambiamento importante, che non può essere né immediato né improvvisato, ma che permetterà in un futuro non troppo lontano di abbattere i modelli classici e rigidi a favore di una formazione più "fluida", che si adatti alle persone e all'organizzazione secondo i loro spazi e i loro tempi.

L'applicazione delle DTs nella formazione non può che passare attraverso l'utilizzo dell'IA, come nel caso degli assistenti virtuali che aiutano gli studenti durante lo svolgimento di un corso sia in maniera testuale che verbale, adattandosi ai loro bisogni. Le applicazioni che si andranno ad esaminare sono molteplici e utilizzabili anche congiuntamente, come ad esempio i robot intelligenti che compiono azioni in modo sempre più autonomo e raccolgono informazioni dall'ambiente circostante per dare risposte. Si andranno inoltre ad analizzare i sistemi di *computer vision*, ovvero quegli algoritmi che, analizzando dati visivi come il riconoscimento facciale, valutano il grado di attenzione/disattenzione.

87 Il *Recovery and Resilience Facility* (Dispositivo per la Ripresa e la Resilienza) è il fulcro del pacchetto di finanziamenti del *Next Generation* UE che mira a finanziare la ripresa dell'UE dalle conseguenze economiche e sociali della pandemia.

Il terreno di gioco per gli sviluppi futuri si concretizzerà nella ricerca di nuove tecniche di integrazione tra le DTs ritenute più efficaci in ambito Difesa, senza che queste si sostituiscano completamente al formatore, con l'obiettivo di fornire un'esperienza formativa più creativa e coinvolgente. L'IA verrà utilizzata per dare un supporto al docente e per cambiare la modalità di somministrazione della formazione, che non sarà più di tipo *top-down*. Si darà vita ad un'esperienza *lifelong*, meno routinaria e sempre più coinvolgente, con l'obiettivo di introdurre miglioramenti, senza sacrificare la qualità della formazione. L'IA avrà il compito di accelerare il processo di apprendimento, tenendo sempre al centro il ruolo del personale, la vera risorsa della Difesa. La tecnologia è efficace quando si affianca all'intervento umano, senza sostituirsi a esso. Appare difatti lapalissiano che un *bot* che collabora con un essere umano è una soluzione migliore rispetto a un essere umano e un *bot* che lavorano da soli.

Attraverso l'utilizzo dell'IA abbiamo assistito a una modifica dell'esperienza formativa e negli anni futuri il cambiamento sarà ancora più radicale. Bisogna prepararsi fin da ora a vivere in condizioni dinamiche, con mutamenti sempre più veloci. Le modalità di apprendimento stanno vivendo anni rivoluzionari nei modi e nelle tempistiche e questo processo è stato ulteriormente accelerato dalla crisi pandemica da Covid-19. Secondo il dott. Franco Amicucci⁸⁸, intervistato dal Gruppo di Lavoro nell'ambito della stesura di questo elaborato, in futuro non sarà più necessario saper scrivere a mano e imparare nuove lingue e si assisterà a grandi cambiamenti. I docenti dovranno progressivamente lasciare il loro ruolo attuale e agire da facilitatori di un metodo che permetta all'allievo di sapersi confrontare con un processo di auto-apprendimento che durerà tutta la vita.

Ne consegue che il nuovo orizzonte della formazione comprenderà ogni ambito del tempo e dello spazio di ogni soggetto/studente⁸⁹. Sarà anche necessario rivedere le modalità di somministrazione e di certificazione dei moduli formativi a cui si prenderà parte.

Per comprendere quanto verrà esposto in seguito è utile chiarire innanzitutto quali sono i differenti modelli di apprendimento esistenti⁹⁰:

88 Il dott. Franco Amicucci è sociologo, formatore, docente e autore di diverse pubblicazioni. Dal 2013 è presidente e fondatore di Skilla-Amicucci Formazione Srl, prima *e-learning company* italiana specializzata nello sviluppo di soluzioni per innovare formazione e comunicazione interna. Ha curato lezioni televisive su RAI 2 sulle competenze relazionali per Uninettuno e insegnato in varie scuole manageriali e Università.

89 Il nuovo orizzonte è il *lifelong* (verticale: il tempo) e *lifewide* (orizzontale: spazi, luoghi diversi e valorizzazione dell'esperienza) *learning*, da <https://pratika.net/wp/risorse/apprendimento-formale-non-formale-informale>.

90 Le definizioni di apprendimento formale, non formale e informale si basano su quelle del *International Standard Classification of Education* (ISCED) dell'UNESCO (vds. UNESCO-UIS, 2012). ISCED fornisce un quadro completo per l'organizzazione dei programmi di istruzione e delle qualifiche applicando definizioni uniformi e concordate a livello internazionale, in modo da facilitare il confronto tra i vari Paesi.

- apprendimento formale: è l'istruzione istituzionalizzata, che avviene in un contesto organizzato e strutturato e costituisce il sistema d'istruzione formale di un Paese, che conduce ad una forma di certificazione.
- apprendimento non formale: è sempre connesso ad attività pianificate, ma non necessariamente associate ad un percorso di istruzione continuo. Appare pertanto come un'aggiunta o un'alternativa all'apprendimento formale, è caratterizzato da una scelta intenzionale dell'individuo e non sfocia normalmente in una certificazione (si tratta ad esempio di corsi, *workshop* o seminari di breve durata).
- apprendimento informale: al contrario dei precedenti non è istituzionalizzato, ma comunque intenzionale e deliberato. Di conseguenza non è organizzato o strutturato e non conduce ad una certificazione. Può includere molteplici forme di apprendimento che si svolgono durante la vita quotidiana, legate al lavoro, alla famiglia e al tempo libero.

Al di là dell'apprendimento formale, diventa fondamentale l'istituzionalizzazione degli apprendimenti non formale e informale, in quanto coprono diversi aspetti mancanti nell'istruzione e, attraverso la loro flessibilità, consentono una maggiore personalizzazione. Questo aspetto assume, per questa ricerca, notevole rilievo, difatti l'*adaptive learning* risulta la capacità più prossima ad essere pienamente raggiunta ed è uno degli argomenti principali di questo lavoro. D'altro canto, lavorare solo sulla personalizzazione⁹¹ appare riduttivo, perché l'IA trova la sua applicazione più promettente nella c.d. individualizzazione dell'apprendimento, intesa come la possibilità di disegnare percorsi adattati a ogni studente, col fine ultimo di ottenere un livello formativo conforme all'obiettivo posto dall'Organizzazione.

Partendo dal *adaptive learning*, si valuteranno vari modelli di *assessment*, quali il *micro-learning* e il *micro-testing*, la possibilità di *continuous learning* e i *recommendation systems*, per giungere in un futuro non troppo lontano al *predictive learning*.

a) Adaptive learning come base di partenza

Coloro che desiderano migliorare le proprie conoscenze a scopo personale e lavorativo, a causa del frenetico ritmo che scandisce la vita moderna, richiedono flessibilità e mobilità di accesso ai contenuti formativi in base agli orari di lavoro. La facilità di accesso alle tecnologie viene incontro a questo bisogno, modificando radicalmente le modalità di studio e di accesso ai corsi di formazione. Applicazioni su *smartphone*, *streaming video*, *Virtual Reality* e *gamification* sono le ultime innovazioni

91 Raggiungere obiettivi diversi, rispetto alla diversità di chi apprende.

di mercato per un apprendimento di qualità. Il metodo tradizionale di un insegnamento uguale per tutti non è più adeguato alle nuove esigenze. Cultura, *background* socioeconomico e capacità di studio segnano la necessità di un metodo istruzionale personalizzato e adattato alle esigenze del singolo studente.

Questa flessibilità è propria del c.d. *adaptive learning*, che si pone come obiettivo quello di offrire ai diversi utenti dei percorsi formativi non lineari, ma molteplici, stimolando uno studio attivo. Questo ambizioso traguardo trova le sue radici nell'applicazione dell'IA e guadagna popolarità già negli anni '70, pur limitata da chiare difficoltà tecniche⁹². Con l'utilizzo di algoritmi informatici, le tecnologie impiegate valutano le esigenze dell'utente, immaginando i suoi possibili desideri attraverso un adattamento automatico e personalizzato dei contenuti offerti, fornendo così un insegnamento variabile nella quantità e nella tipologia dei materiali di studio in base ai comportamenti e ai risultati mostrati dal discente (mantenendo invariata la qualità sia dei contenuti, sia del livello raggiunto e riuscendo talvolta a incrementarla). L'erogazione di quiz, materiali di approfondimento e *review* sarà fatta su misura e servirà a colmare le lacune in determinati ambiti e rafforzare nozioni già apprese. Alcuni argomenti, invece, verranno intenzionalmente evitati/saltati poiché già sedimentati nell'utente.

Nel breve periodo l'affermazione dell'*adaptive learning* può essere la più importante rivoluzione nell'ambito dell'istruzione, riuscendo a sfruttare i benefici e le infinite potenzialità derivanti dal veloce sviluppo tecnologico, *in primis* l'IA. Secondo uno studio dell'*Education Growth Advisor* si otterrà un aumento del tasso di superamento degli esami e la diminuzione dei ritiri dai corsi⁹³, oltre a sviluppare e incentivare l'auto-apprendimento, rendendolo più fluido e stimolante. Questo permetterà allo studente di sentirsi parte attiva nel percorso formativo, evitando il rischio di perdere gli stimoli e consentendo di evitare la ripetizione di argomenti già noti.

Un aspetto particolarmente importante riguarda la protezione della grande mole

92 Oltremeta, Studiare per lavorare, <https://oltremeta.it/studiare-per-lavorare/adaptive-learning>.

93 "Uno studio della Education Growth Advisor dichiara che quando la società Knewton, un fornitore di piattaforme di apprendimento adattivo, ha avviato una *partnership* con la Arizona State University, il tasso di studenti che passa gli esami è aumentato del 18%, e i ritiri dai corsi di matematica sono scesi del 47%. La Colorado Technical University ha usato un *adaptive learning* in un corso di economia e i ricercatori hanno rilevato che il tasso di studenti che ha passato gli esami è aumentato del 27%", da Matteo Ferrario, *Adaptive Learning: la rivoluzione del mondo dell'apprendimento*: <https://www.dyndevic.com/it/news/adaptive-learning-la-rivoluzione-del-mondo-dell-apprendimento-ELN-1508/#4>.

di dati che devono essere raccolti ed elaborati dalle operazioni di *learning analytics* per poter offrire un adeguato funzionamento dell'*adaptive learning*. Dovranno essere create nuove leggi che disciplinano in maniera adeguata (tenendo presente tutte le differenze legislative tra Stato e Stato) la gestione dei dati e il rispetto della *privacy*, soprattutto per quanto riguarda le informazioni dei frequentatori minorenni⁹⁴.

Di seguito, illustreremo un esempio delle diverse forme di *adaptive learning*, delle sue possibili applicazioni e relativi vantaggi⁹⁵. Un corso *e-learning* può essere suddiviso in tre modelli: lineare⁹⁶, macro-adattivo⁹⁷ e micro-adattivo. Quest'ultimo è il più efficace, perché si adatta dinamicamente e in tempo reale allo studente in base alle sue azioni ed evita lo svolgimento di attività non necessarie. La selezione può essere effettuata in base a regole preimpostate, a preferenze avanzate dall'utente durante l'*iter* formativo o tramite un sistema sequenziale basato su degli algoritmi in grado di determinare la migliore alternativa possibile per ottimizzare l'apprendimento individuale. Le forme più avanzate di sequenze adattive basate su algoritmi sono le reti integrate di *adaptive learning*, in grado di archiviare valutazioni, contenuti, quiz e le molteplici attività della formazione, mettendole in relazione tra di loro. In tempo reale, mentre lo studente lavora su un argomento, l'algoritmo definisce il contenuto della lezione successiva più appropriato. Vengono tenuti in considerazione il livello di conoscenza dello studente, i suoi comportamenti, la sua capacità di memorizzazione e i dati del suo profilo⁹⁸. Ad ogni aggiornamento delle informazioni del discente, la sequenza di somministrazione del materiale formativo viene ricalcolata, ottenendo così un supporto personalizzato in ogni singola fase dell'*iter* formativo e adatto alle esigenze individuali.

b) L'importanza delle soft skills

*“Hanno tutti curriculum eccellenti. Quello che sto cercando di scoprire è come si comportano sotto pressione”*⁹⁹ (Hyman G. Rickover).

Questa frase ci porta a comprendere quel che c'è dietro il concetto di

94 Questo aspetto assume particolare rilevanza in merito alla sua applicazione alle Scuole Superiori Militari.

95 Jim Thompson, *White Paper Types of Adaptive Learning*, 2018.

96 Metodo tradizionale a sequenza fissa con un apprendimento nozionistico predeterminato.

97 Viene effettuata una valutazione prima dell'inizio del corso per selezionare anticipatamente il materiale da somministrare.

98 Può tenere conto del profilo di carriera attuale e dei prossimi incarichi che dovrà ricoprire.

99 Cit. Hyman G. Rickover, ammiraglio e medico statunitense pioniere della propulsione atomica navale: *“They all have excellent resumes... So what I'm trying to find out is how they will behave under pressure”*; da *“Discussing his style of interviewing all officers who entered the Naval Reactors program” - The Rickover Effect (1992)*.

competenza. Tale termine ha assunto negli anni diverse accezioni, ma per definirlo possiamo prendere in considerazione quella fornita dall'ONU nel 2009: “*il termine competenza si riferisce a una combinazione tra specifiche abilità e determinate attitudini comportamentali, direttamente correlate a prestazioni di successo sul lavoro*”¹⁰⁰.

Le cd. *soft skills* costituiscono un insieme di peculiarità e competenze personali e trasversali che influenzano il modo in cui facciamo fronte, di volta in volta, alle richieste dell'ambiente lavorativo. L'*European Skills, Competences, Qualifications and Occupations*¹⁰¹ (ESCO) adotta il termine *core/basic skills* o *soft skills* per le competenze trasversali, considerate “pietra angolare” della crescita personale di un individuo. Queste abilità rappresentano un insieme di attributi e competenze positive fondamentali per le prestazioni e la produttività sul lavoro. Esse sono strettamente collegate all'intelligenza emotiva e includono abilità diversificate, quali comunicazione e ascolto, gestione del conflitto, capacità relazionali, di collaborazione e cooperazione, lettura del contesto e apertura al *feedback*.

A differenza delle *hard skills*, ovvero il bagaglio di conoscenze e competenze tecniche (ad es. la conoscenza di una lingua o l'utilizzo di uno specifico *software*), queste abilità sono più difficili da definire, da valutare e da sviluppare, ma soprattutto sono fondamentali per il proprio percorso di carriera. Il possesso di queste capacità assume sempre più rilevanza, in quanto esse determinano un impatto positivo sull'organizzazione lavorativa, sulla produttività e sul raggiungimento degli obiettivi. Secondo lo *Stanford Research Institute International*¹⁰², il 75% del successo di un lavoro a lungo termine dipende dalla padronanza delle *soft skills* e solo il 25% da competenze tecniche.

Il possesso di *soft skills*, pertanto, è ritenuto essenziale e in alcuni casi anche più importante delle *hard skills*, in quanto rappresentano quelle abilità che possono fare la differenza anche in un settore peculiare come quello della Difesa. Inoltre, più si avanza nella carriera e più esse assumono rilevanza, con conseguente necessità di una formazione adeguata al proprio incarico.

100 “*The term competency refers to a combination of skills, attributes and behaviours that are directly related to successful performance on the job*”, United Nations, *Competencies for the future* (2009).

101 ESCO è la classificazione multilingue di qualifiche, competenze, abilità e professioni in Europa e fa parte della strategia Europa 2020. Individua e classifica le abilità, le competenze, le qualifiche e le professioni rilevanti per il mercato del lavoro dell'UE e per l'istruzione e la formazione e mostra sistematicamente le relazioni tra i diversi concetti. Per la definizione ESCO di *soft skill* si rimanda a:
www.ec.europa.eu/esco/portal/escopedia/Crosssector_skills_and_competences.

102 SRI International è un Istituto di ricerca indipendente e senza scopo di lucro che conduce attività di ricerca e sviluppo per agenzie governative, attività commerciali, fondazioni e altre organizzazioni.

Le competenze trasversali ci consentono quindi di beneficiare al meglio di tutte le opportunità dell'era digitale, permettendoci di essere protagonisti attivi, piuttosto che spettatori passivi, nei processi di cambiamento continuo a cui il sistema ci sottopone, a una velocità sempre maggiore, nella vita privata e lavorativa.

Alla base delle *soft skills*, il *digital mindset* può essere considerata la competenza trasversale per eccellenza¹⁰³. Essa rappresenta la capacità di apertura al cambiamento in un contesto in continua e repentina trasformazione, nel quale diventa necessario andare a ripensare il nostro *mindset* e conferirgli una impostazione "digitale". Il *digital mindset* rappresenta la capacità di sviluppare una mentalità, un'attitudine al cambiamento e ai ritmi frenetici imposti dalla trasformazione digitale. Una nuova mentalità che, se diffusa all'interno dell'organizzazione, può comportare notevoli vantaggi. Nel 2016 anche l'UNESCO ha incluso tra gli obiettivi dello sviluppo sostenibile, da realizzare entro il 2030, quello di potenziare e gestire gli strumenti di apprendimento digitali in modo creativo e consapevole, così da costituire leve concrete sulle quali basare la crescita e lo sviluppo personale ed economico delle generazioni future¹⁰⁴.

Il ruolo delle *soft skills* nell'ambito dell'utilizzo delle DTs viene ribadito in più occasioni e da più fonti.

L'*International Data Corporation*¹⁰⁵ (IDC) nella sua iniziativa "*Future of Work*" afferma che l'uomo potrà distinguersi dall'IA investendo su nuovi valori e competenze come l'immaginazione, la creatività e l'empatia. In questo senso, l'IDC ha definito le *soft skills* "gli eroi sconosciuti della *digital transformation*"¹⁰⁶.

Numerosi studi sostengono, inoltre, che grazie al progressivo impiego delle DTs i compiti basati sulle *hard skills* caleranno, mentre emergerà l'importanza delle *soft skills*¹⁰⁷.

103 Secondo un'analisi comparata degli studi realizzati da soggetti quali il *World Economic Forum*, la Commissione Europea, l'UNESCO e l'OECD, le competenze sono 8: *collaborative problem solving, learning to learn or continuing to learn, digital competences and mindset, initiative and independent thinking, resilience, adaptability, cultural awareness and expression, futures literacy*. Da Simon Whitemore, *White Paper: Transversal Competencies essential for future proofing the workforce*, July 2018.

104 Vedasi Education 2030 Framework for action - Incheon Declaration and SDG4.

105 Fondata nel 1964, IDC è la prima società mondiale specializzata in ricerche di mercato, servizi di consulenza e organizzazione di eventi nei settori ICT (*Information and Communication Technologies*) e dell'innovazione digitale.

106 "*Soft skills (interpersonal communication, change management, strategic thinking, influence, and others) are the unsung heroes of successful DX implementations*", da IDC Perspective, "Developing a Soft Skills Strategy for Digital Transformation": <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=US43104617>.

107 A tal proposito si cita uno studio del *Deloitte Access Economics*, secondo il quale entro il 2030 due terzi dei lavori in Australia si baseranno sulle *soft skills*; da "*Soft skills for business success*", Deloitte Access Economics, maggio 2017.

L'urgenza di rafforzare le *soft skills* è stata influenzata dagli effetti della pandemia da Covid-19 ed è una necessità che, secondo gli esperti di *Human Resources*, va soddisfatta in tempi brevi. A tal proposito, ogni anno il Cegos¹⁰⁸ conduce l'indagine "*Observatory Barometer*"¹⁰⁹, il cui obiettivo è comprendere quali cambiamenti incidono maggiormente sul mondo della formazione, in modo da valorizzarli al meglio. L'ultima ricerca del dicembre 2021 ha coinvolto 365 *manager* delle Direzioni Risorse Umane e 2643 dipendenti di vari Paesi: oltre a Italia, Francia, Germania e Spagna, la ricerca si è estesa anche a Brasile e Singapore, due Paesi con una forte potenzialità nel settore della formazione.

Una delle principali considerazioni emerse dal sondaggio riguarda proprio la crescente attenzione verso le *soft skills* che necessitano di essere rinforzate¹¹⁰. Il 43% degli intervistati italiani (e il 34% della media europea) considera che l'area più critica su cui focalizzare l'attenzione della formazione sia quella delle competenze trasversali. Si denota pertanto un netto cambio di paradigma e le "*soft skills*" si sono trasformate da capacità essenziali per il futuro a capacità imprescindibili per il presente¹¹¹.

Le competenze fondamentali che hanno individuato gli *Human Researcher* sono, in particolare, la capacità di adattamento, la comunicazione digitale e il *remote management*. La ricerca ha però sottolineato che c'è una forte divergenza fra le *skills* che i dipendenti pensano di possedere e quelle realmente possedute e, pertanto, risulta fondamentale sanare questo *gap* con una formazione accurata. Dal quadro europeo, difatti, emerge una differenza sostanziale fra intenzioni e realtà: lo sviluppo delle competenze per affrontare la trasformazione digitale riveste carattere prioritario, perché attualmente solo il 30% dei lavoratori ritiene di possedere le *skills* necessarie per affrontare queste nuove sfide.

In tale ambito, è stato rilevato che i tre fattori chiave per incoraggiare e stimolare i lavoratori durante la formazione sono la facilità di accesso ai contenuti formativi, le simulazioni di situazioni lavorative reali e il coinvolgimento attraverso il riconoscimento di *badge* e certificati (ne parleremo in seguito in maniera più approfondita).

In conclusione, nel prossimo futuro sarà fondamentale aggiornare le competenze *soft* in maniera agile e veloce, in quanto nell'era dell'automazione le abilità trasversali

108 Cegos è un'azienda *leader* in formazione manageriale e consulenza aziendale e offre corsi di formazione a catalogo, su misura, *blended* ed *e-Learning*.

109 Da circa un ventennio Cegos indaga i *trend* del mondo della formazione realizzando una *survey* che mette a confronto le realtà di diversi Paesi.

110 "*Il 92% degli HR manager sostiene che la chiave per affrontare la trasformazione digitale risiede nello sviluppo delle competenze, ritenuto una leva strategica anche dall'83% dei dipendenti*": the Cegos Observatory Barometer 2021.

111 Cit. Emanuele Castellani, CEO di Cegos Italy & Cegos Apac.

si dimostrano cruciali per le nuove sfide in ambito lavorativo. Potendo considerare le *soft skills* come delle competenze multidimensionali, gli strumenti di apprendimento digitali e interattivi possono rappresentare ausili ideali per il loro sviluppo. La sfida futura, dunque, deve essere quella di integrarle efficacemente nei processi di apprendimento permanenti: una formazione che si sviluppa *lifelong* e che mette al centro la persona e i suoi fabbisogni formativi.

La formazione del futuro deve necessariamente basarsi su percorsi personalizzati, sia in ottica di *lifelong learning*, sia per colmare le esigenze legate a una determinata fase lavorativa in uno specifico settore della Difesa. Si vedrà che l'IA e il ML, con una corretta analisi dei dati, possono essere utilizzati per definire, in base all'esigenza dell'Organizzazione, le competenze da acquisire, impostando percorsi formativi personalizzati tramite le DTs a disposizione. Il *trend* della PME sta evolvendo verso tempi e modi di fruizione sempre più *smart* ed è qui che assume un posto di rilievo il *micro-learning*, ovvero l'adozione di percorsi formativi di breve durata fruibili in modalità digitale, intervallati dal *micro-testing*, che permette di valutare di continuo il grado di apprendimento.

c) Il ruolo delle Disruptive Technologies nel futuro della formazione: verso un lifelong e lifewide learning

Dalla metà degli anni '90 si è compresa l'importanza che riveste l'istruzione e la formazione lungo l'intero arco di vita dell'individuo. All'epoca le motivazioni erano principalmente legate al mantenimento della competitività economica e all'occupazione e, al tempo stesso, al contenimento della piaga dell'esclusione sociale. Al centro dell'agenda comunitaria veniva posto l'individuo, su cui basare i futuri programmi riguardanti l'istruzione e la formazione professionale.

Nel 2000 la Commissione Europea, nel suo Memorandum sull'istruzione e la formazione permanente, aveva affermato che: "*le persone sono la principale risorsa dell'Europa e su di esse dovrebbero essere imperniate le politiche dell'Unione...la formazione permanente è essenziale per lo sviluppo della cittadinanza, la coesione sociale e l'occupazione*¹¹²".

Oggi, con l'avanzare delle tecnologie dirompenti, questi concetti trovano nuovi sviluppi che abbracciano a 360° la vita dell'individuo, rendendo possibile e necessaria

112 Conclusioni della Presidenza del Consiglio europeo, Lisbona, 23-24 marzo 2000, paragrafi 5, 24 e 25, pagg. 2 e 8; Conclusioni della Presidenza del Consiglio Santa Maria da Feira, 19-20 giugno 2000, paragrafo 33, pag. 6.

una formazione continua per tutta la vita e usufruibile in ogni momento. I concetti di *lifelong learning* e di *lifewide learning*, difatti, sono nati e si sono radicati nel linguaggio comune.

Plutarco già nel I secolo d.C. affermava che: “*la mente non è un vaso da riempire, ma un fuoco da accendere perché s’infuochi il gusto della ricerca e l’amore della verità*”¹¹³. In anticipo di 2000 anni, il filosofo greco descrive la situazione che si vive oggi, un mondo sempre più accelerato, aperto all’uso di nuovi dispositivi, in cui si assiste a cambiamenti continui. Negli ultimi trent’anni l’evoluzione è stata costante con l’introduzione dei primi PC di massa, internet, telefonini sempre più tecnologici, *laptop*, connessioni wi-fi in ogni luogo, *touch screen*, *smart working* e, in futuro, è probabile che si avranno ulteriori cambiamenti con l’introduzione di nuove interfacce con cui interagire, come robot e assistenti virtuali. Tutto questo richiede un cambiamento nell’atteggiamento e nei modelli da adottare nell’ambito della formazione. Non ci sarà più un punto di arrivo finale, ma sarà necessario essere motivati a un continuo aggiornamento per rimanere al passo con i cambiamenti. La formazione *lifelong* avrà non solo il compito di mantenere aggiornate le capacità tecniche degli individui, che dovranno essere motivati, disponibili e pronti ad apprendere, ma dovrà anche essere ritagliata specificatamente sulle capacità pregresse e sul ruolo da ricoprire.

Ci saranno tuttavia anche nuove difficoltà e limiti di apprendimento, che potranno essere superati tramite lo sviluppo di qualità a livello personale, emotivo e cognitivo, ovvero grazie alle sopraccitate *soft skills*. Inoltre, chi già possiede doti di flessibilità, cooperazione, comunicazione, pianificazione e *problem solving* godrà di un vantaggio di partenza, sia personale che lavorativo. L’apprendimento continuo dovrà basarsi anche sulla motivazione personale e sul desiderio di autoapprendimento, al fine di superare lo *stress* che nascerà dal sentirsi sempre in continua formazione e all’infinità di dati in cui saremo sommersi. Il personale dovrà responsabilizzarsi lungo il proprio percorso di apprendimento e identificarsi come discente permanente. Occorre concentrarsi sui concetti di “*just for me*” e “*just in time learning*”, nonché sul citato *microlearning*.

Insieme alla modalità e alle tempistiche cambieranno anche gli ambienti in cui si svolgerà la formazione. Essi dovranno essere più dinamici proprio perché le esigenze saranno diverse. Gli studenti avranno momenti di studio individuale o di gruppo e

113 Plutarco di Cheronea, L’arte di ascoltare, 47 F - 48 C.

saranno coinvolti in attività che potranno essere sia sincrone che asincrone, “*in un ambiente fisico e virtuale, con vari livelli di interazione (tra studenti, tra gruppi di studenti eterogenei, tra studenti e ambienti simulati). In altre parole, il modello sarà Phygital (Physical and Digital). L’esperienza di apprendimento sarà supportata – learning analytics - da feedback continui, elaborati dal docente e da sistemi di Intelligenza Artificiale, in grado di dare suggerimenti e indicazioni sulla progressione del proprio apprendimento lungo l’intera esperienza*¹¹⁴”.

Si comprende, quindi, che creare una cultura della formazione dove tutti i livelli di apprendimento sono centrati sullo studente rappresenta un non facile cambiamento, che deve riuscire a scardinare le criticità e la resilienza dell’abbandonare i presupposti tradizionali dell’istruzione e i limiti evidenti di una pianificazione limitata a dare risposta ai bisogni immediati. Sulla base di questa comprensione, gli studenti sono rappresentanti operativi piuttosto che beneficiari inattivi delle informazioni predisposte. Loro stessi modellano attivamente i processi di apprendimento ed i rispettivi risultati, utilizzandoli per massimizzare il loro potenziale e diventare ciò che vogliono diventare.

d) Microlearning e modelli di assessment dinamici per la formazione delle soft skills

Le grandi trasformazioni fin qui analizzate stanno influenzando trasversalmente tutti i settori della società, con importanti implicazioni sulla sfera delle relazioni sociali, sul mondo lavorativo ed economico e sulla formazione, anche in ambito militare. Prevedendo cambiamenti profondi nelle competenze richieste per lavorare e svolgere il proprio ruolo nella comunità di riferimento, parimenti fondamentale risulterà la capacità di intraprendere dei percorsi formativi funzionali all’incarico assegnato. Al fine di ottenere un risultato conoscitivo e capacitivo adeguato, il discente dovrà raggiungere una valida consapevolezza delle proprie naturali propensioni e attitudini, del proprio substrato culturale e di eventuali lacune di contenuto da colmare in relazione al contesto di impiego. Sempre in linea con il suddetto scopo, egli dovrà necessariamente acquisire le c.d. “competenze del futuro”, inerenti le nuove tipologie professionali ad alto profilo tecnologico e potenziare le proprie *soft skills*, adattandosi velocemente a contesti di vita e di lavoro sempre più fluidi, dinamici e digitali.

L’ente formatore è dovrà ricercare modalità di insegnamento e *assessment*

114 Leonardo Caporarello, Scuola Phygital, <https://www.viasarfatti25.unibocconi.it/notizia.php?idArt=23309>.

dinamiche, efficaci e *task-oriented*, come ad esempio il *micro-learning*¹¹⁵. In altri termini, l'ente necessita di una metodica di insegnamento che ha come caratteristica fondamentale la scomposizione di un argomento o di una *skill* da conseguire, focalizzandosi sulla parcellizzazione in unità di apprendimento (o unità didattiche) snelle e di dimensioni ridotte, sia in termini di carico informativo che di tempo impiegato per la fruizione del contenuto.

Si tratta, quindi, di una metodologia estremamente "*smart*" e veloce, compatibile con le esigenze del discente, indipendentemente dall'età, dal livello culturale e dalle competenze professionali pregresse, e che si adatta contemporaneamente a molti ambiti dell'apprendimento. Tale approccio si fonda sull'assunto che unità didattiche piccole e sufficientemente dettagliate rimangono maggiormente impresse nella mente del fruitore, che riesce a interiorizzarle con maggiore facilità.

La distribuzione di tali informazioni comporta l'utilizzo di svariate tipologie di contenuti, detti "*micro-content*", per il tramite di *podcast*, *post* nei *blog* e *social*, messaggi, foto, infografica, testi, audio e video, nonché qualsiasi tipologia di strumento a contenuto multimediale, sempre nel rispetto dei limiti di semplicità e brevità (dai 5 ai 10 minuti circa). I micro-contenuti devono focalizzarsi su un singolo argomento ed essere possibilmente "*self-contained*" ed esaustivi¹¹⁶, nonché recuperabili tramite *web* o rete interna aziendale e dotati di "*addressability*", ovvero indicizzati e associabili tramite *link*.

CARATTERISTICHE FONDAMENTALI
DI UN CORSO *MICRO-LEARNING*

Breve durata: 5-10 minuti e comunque sotto i 20 minuti.

Incentrato su unico concetto, abilità, argomento.

Utilizzo contenuti multimediali: testo, presentazioni, infografiche,
video, audio e scenari interattivi.

Fruibile da dispositivo mobile.

Rispondendo a tali caratteristiche, le *learning nuggets* risultano consultabili "*on demand*", rendendo lo strumento agevolmente fruibile dal discente che

115 Detto anche *bite-sized learning* o *learning nuggets*, ovvero "apprendimento a piccoli bocconi", risulta un approccio didattico particolarmente adatto alla formazione aziendale ed istituzionale dei lavoratori.

116 Dotati di una struttura completa, con i sotto-elementi e metadati che lo compongono.

autonomamente può scegliere il momento migliore per studiare l'argomento. L'applicazione dell'approccio *micro-learning* consente al formatore, in qualunque ambito, dal *training* all'aggiornamento professionale, fino al *testing* di tutte le *skills*, comprese quelle *soft*, di dispensare il fruitore da una valanga di informazioni non "spacchettabili" (che precedentemente venivano somministrate in un unico e corposo modulo), alleggerendo e facilitando lo studio. In tal modo vengono garantiti percorsi di apprendimento attagliati all'esigenza formativa del singolo, dinamici, innovativi, multicanale e pienamente in linea con il progetto del *lifelong learning*. Ad un'analisi superficiale, l'approccio *micro-learning* potrebbe sembrare finalizzato esclusivamente all'apprendimento a breve termine (e.g. l'apprendimento *just-in-time* sul posto di lavoro). In realtà tale modalità basa la propria efficacia sullo sviluppo di abilità e competenze sempre aggiornabili e implementabili mediante la release di nuovi micro-contenuti, tramite notifiche "*push*" sul cellulare o *pop-up* sul PC di lavoro. A questi evidenti vantaggi, un approccio di apprendimento in *e-learning* potenzia e sviluppa le *soft skills* che, per definizione, risultano competenze multidimensionali basate sullo sviluppo e potenziamento di intelligenze multiple¹¹⁷.

Dal punto di vista del formatore, questo approccio didattico determina una serie di vantaggi, *in primis* la possibilità di aggiornare continuamente le tematiche già trattate e individuare sempre nuovi argomenti da aggiungere al percorso di studi. In secondo luogo, i formatori possono sottoporre i discenti a una valutazione puntuale e più precisa, centrando la verifica sui pacchetti educativi rilasciati in piattaforma. Così facendo, si ha la possibilità di testare non soltanto l'apprendimento teorico e meramente nozionistico, ma anche quello capacitivo, tramite simulazioni di casi concreti da risolvere e commentare.

Il dott. F. Amicucci, intervistato sull'argomento, ha riferito che è verosimile pensare a una validazione non solo dei contenuti, ma anche delle competenze e degli obiettivi capacitivi raggiunti, rilasciando un attestato (definito *Soft Badge*) di partecipazione all'evento o a una sessione di apprendimento, ovvero un certificato o "patente" (c.d. *Skill Badge*), qualora venga comprovato il raggiungimento di una determinata competenza mediante il superamento di una idonea prova di valutazione. Tutte le attestazioni e certificazioni vanno conservate in un ambiente multimediale dedicato, di facile consultabilità e portabilità, sia da parte del discente che del gestore

117 Gardner H. (2005), *Development and education of the mind: the selected works of Howard Gardner*, Routledge, London (trad. it. *Educazione e sviluppo della mente. Intelligenze multiple e apprendimento*, Erickson, Trento, 2005).

della formazione e addestramento.

Questa tipologia di *assessment* è estremamente dinamica e al tempo stesso concreta, volta ad incentivare gli utenti alla curiosità e alla autoformazione. Essa va integrata con strumenti per l'autovalutazione, con la *peer-to-peer evaluation* ed il *social learning and coaching*, mediante i quali è lo studente stesso a individuare e colmare i propri *gap* conoscitivi. I fruitori sono spronati dal confronto reciproco tra pari e da una "sana" forma di competizione con se stessi e con gli altri. Il discente, in autonomia, può valutare il grado di "*retention*" informativa, sottoponendosi periodicamente a *test* valutativi¹¹⁸ e aggiornando in tempo reale il proprio livello di "*skills grading*". In base al punteggio conseguito nelle rispettive aree tematiche, il sistema informatico mette in evidenza, tramite un *alert* periodico tipo *pop-up*, quali sono i micro-argomenti da approfondire, suggerendo eventuali moduli aggiuntivi e nuovi *release*, o ancora *test* e scenari di simulazione pratica qualora la mancanza riguardi il piano capacitivo ed esperienziale. Al raggiungimento del livello di conoscenza richiesto, consegue un *upgrade* nello *skill range* del discente che, a seconda della scelta dei formatori/ente dispensatore, potrebbe essere pubblicato in una graduatoria pubblica e condivisa. Il datore di lavoro potrebbe utilizzare questi dati ai fini dell'analisi/valutazione del rendimento dei propri dipendenti e premiare i traguardi raggiunti per l'attribuzione di eventuali premi/riconoscimenti individuali.

In ambito militare, emerge la possibilità di valutare efficacemente il personale sul piano della formazione e dell'aggiornamento professionale, fornendo ad esempio un ulteriore strumento oggettivo per la compilazione della documentazione caratteristica e la valutazione del rendimento generale.

e) Il modello del recommendation system per una formazione personalizzata

Attualmente le piattaforme *e-learning* contengono una grande mole di materiale formativo e, grazie a *Recommendation Systems (RS)* sempre più raffinati e precisi, lo studente è in grado di districarsi nella moltitudine di aree di interesse e di conoscenza. Questi sistemi riprendono gli schemi di piattaforme *web* di aziende di grande successo come YouTube e Amazon e se inseriti all'interno della PME, potrebbero analizzare il profilo del militare sia dal punto di vista formale (informazioni anagrafiche, ruolo, grado, conoscenze pregresse) che personale (esigenze e preferenze didattiche), adattandosi

118 Test valutativi strutturati in forma modulare o cumulativa, comprendendo tutti gli argomenti selezionati.

continuamente all'evolversi delle sue caratteristiche¹¹⁹. Questo potrà essere realizzato tramite l'implementazione di una efficiente IA, ovvero utilizzando un algoritmo di DL non supervisionato¹²⁰ capace di consigliare il materiale formativo più adatto al discente, che così potrà sentirsi maggiormente supportato dal sistema. In questo modo si riuscirà a ottenere una personalizzazione dell'apprendimento, che tenga in considerazione i ruoli ricoperti e gli incarichi futuri. I corsi potranno rimanere invariati, ma i contenuti verranno differenziati a seconda dell'utente, suggerendo il materiale di studio di maggior interesse in base alle preferenze e alle caratteristiche del singolo. Inoltre, anche le tempistiche per le ricerche e le analisi verranno ridotte.

Siamo di fronte ad un sistema *win-win* dove il militare, inserito in un'esperienza creata appositamente per lui, sarà maggiormente appagato e si impegnerà nell'*iter* formativo con sempre maggiore intensità, raggiungendo gli obiettivi prefissati con notevoli benefici per l'Organizzazione.

Le due principali tipologie di *recommendation system* sono: l'approccio *content based* e il *collaborative filtering*¹²¹ (o metodo collaborativo).

Il primo si basa sulle scelte effettuate durante il percorso formativo, assegnando a ogni documento o materiale didattico un profilo utente. Con la creazione di nuovi profili, il sistema effettua una comparazione, raccomandando i contenuti più affini e compatibili con quel dato profilo. Il primo limite che si riscontra in questo modello riguarda l'incapacità di ricevere raccomandazioni difficilmente prevedibili, rischiando pertanto di rimanere legati a suggerimenti "scontati". L'altro limite è la necessità di effettuare una imponente raccolta di dati descrittivi prima di poter offrire un valido servizio di raccomandazione. I vantaggi sono invece risultati immediati e facilmente interpretabili. Allo stato attuale, con l'aiuto del DL e con l'utilizzo del linguaggio di meta-datazione del materiale, il metodo *content based* beneficia di un sensibile miglioramento nelle prestazioni.

Nell'approccio collaborativo, invece, gli utenti possono far evolvere il sistema tramite commenti, suggerimenti e valutazioni. In questo modo le raccomandazioni scaturiscono dai comportamenti e dalle preferenze espresse durante l'interazione con il materiale didattico e non semplicemente dai profili creati all'inizio del percorso

119 Esistono anche altri modelli di *recommendation system*, come ad esempio quello basato sulla *library* aziendale, dove i materiali didattici vengono raccolti e classificati per poi essere fruibili tramite sistemi di ricerca avanzati. D'altronde, non avendo l'uomo al centro del suo costruito, sono ritenuti meno efficaci per un'esperienza a 360 gradi, che crei auto-motivazione all'apprendimento, favorendo il raggiungimento degli obiettivi formativi.

120 PMF Research, Intelligenza Artificiale nell'e-learning: stato dell'arte e prospettive future, <https://www.pmf-research.eu/intelligenza-artificiale-e-learning/>.

121 Andrea Provino, *Recommender system*, <https://andreaprovino.it/recommender-systems/>.

formativo. Lo *step* migliorativo ed evolutivo di questo secondo approccio è evidente perché è in grado di evolversi e adattarsi ai cambiamenti nel tempo degli utenti, i quali potrebbero variare la valutazione verso un materiale (valutandolo ad esempio come obsoleto o superato) e di conseguenza il sistema di raccomandazione modificherà i suggerimenti e i percorsi formativi. Uno dei problemi che si può riscontrare in questo approccio è il cd. *cold start*¹²² che si riscontra agli inizi di un sistema collaborativo, ovvero la mancanza di un adeguato numero di valutazioni dei materiali con la conseguente difficoltà a dare suggerimenti corretti e validi in attesa che il sistema vada a regime, in quanto con un maggior utilizzo aumenta la precisione dei suggerimenti. Per superare questa limitazione alcuni ricercatori hanno implementato quest'approccio con l'introduzione di *recurrent neural network*¹²³ (RNN), sfruttando non solo le preferenze dell'utente, ma anche la sequenza temporale con cui le stesse vengono espresse. Inoltre, si è affermata la tendenza di creare sistemi ibridi di raccomandazione che cercano di sfruttare i punti di forza dell'uno per coprire le debolezze dell'altro.

Per concludere, negli ultimi anni si stanno affermando per le loro grandi potenzialità dei nuovi *recommendation system*, basati esclusivamente sul DL¹²⁴, in grado di risolvere problemi molto complessi. Attualmente permangono alcune problematiche per un loro massiccio utilizzo, quali l'enorme massa di dati necessaria da raccogliere per il loro corretto funzionamento e la difficoltà di spiegare la logica che porta l'algoritmo a dare un determinato suggerimento, il che fa propendere, in alcuni casi, a risolvere un dato problema tramite l'applicazione di algoritmi più classici¹²⁵.

f) Gamification

La somministrazione di percorsi formativi affiancati a un sistema di *gamification*¹²⁶ ha riscontrato negli anni un crescente interesse, incontrando un grande apprezzamento soprattutto da parte degli studenti. Una recente *survey* ha evidenziato

122 Vijaysinh Lendave, *Cold-Start Problem in Recommender Systems and its Mitigation Techniques*, <https://analyticsindiamag.com/cold-start-problem-in-recommender-systems-and-its-mitigation-techniques/>.

123 Le Reti Neurali Ricorsive trovano applicazione nella traduzione automatica o nel riconoscimento vocale e, più in generale, per modellare dati sequenziali, dal momento che elaborano sia un *input* che uno stato dipendente dai precedenti dati, cioè dipendono dalla sequenza di spostamenti dell'utente.

124 DLRS: *Deep Learning based recommender system*.

125 Maurizio Ferrari, Paolo Cremonesi, Dietmar Jannach, *Are we really making Much progress? A worrying Analysis of recent neural recommendation approaches*, agosto 2019.

126 "The use of game design elements in non-game context", Deterding S., Dixon D., Khaled R., Nacke L., From game design elements to gamefulness: defining "gamification", 4 marzo 2014.

che l'88% di coloro che ne usufruiscono sul posto di lavoro sono molto più soddisfatti¹²⁷ di coloro che seguono corsi di aggiornamento di tipo tradizionale.

Le radici della *gamification* risalgono a metà degli anni Novanta, con l'introduzione del *Serious Game* (termine spesso utilizzato erroneamente come sinonimo) che, evolvendo il concetto di *Edutainment*,¹²⁸ ha portato alla nascita di veri e propri videogiochi a scopo educativo. L'elevato livello di realismo dei *Serious Game* permette un'attività di formazione altamente specialistica in ambiti dove è necessario imparare in un ambiente protetto, come ad esempio i simulatori di volo.

Il concetto alla base della *gamification* è però diverso, in quanto si tratta di una strategia attuata per sostenere la motivazione degli studenti tramite elementi tipici del *game design*. Questo concetto ha cominciato ad affermarsi agli inizi degli anni 2000 e ha trovato sempre più credito dal 2010 in poi¹²⁹. L'utilizzo di meccaniche e dinamiche tipiche dei videogiochi stimola la motivazione e l'interesse attivo del discente, con risultati benefici nel lungo periodo. Viene favorita la creazione di relazioni motivazionali più profonde tra i partecipanti all'attività formativa, amplificando i risultati di crescita personale lungo il percorso per il raggiungimento degli obiettivi prefissati dal piano di studio. Per stimolare un comportamento attivo del discente è fondamentale mantenere la persona e le sue azioni al centro del sistema di *gamification*, che deve essere in grado di adattarsi immediatamente ai *feedback* ricevuti dall'utente. Un sistema uomo-centrico permette di influenzare il suo comportamento e renderlo partecipe e desideroso di completare il percorso formativo intrapreso, aumentando anche il suo senso di appartenenza all'Organizzazione. Proporre obiettivi troppo ambiziosi o in un orizzonte temporale troppo lontano rischia di demoralizzare lo studente, per questo spacchettare i contenuti didattici in piccoli *step*, a cui collegare dei riconoscimenti al loro raggiungimento, stimola il discente a non fermarsi e ad andare avanti, mantenendo comunque obiettivi sfidanti per tenere alto il livello di interesse.

Uno dei primi sistemi, tuttora utilizzato, è quello degli *openbadges*, che hanno lo scopo di aumentare l'*engagement* dell'utente, incoraggiandolo a iniziare un'attività, tenendo alta la sua motivazione. Questi piccoli traguardi, però, non sono sufficienti da soli a far sì che l'utente completi il suo *iter*. Bisogna infatti riuscire a renderlo partecipe,

127 Aris Apostolopoulos, Survey 19 agosto 2019, da <https://www.talentlms.com/blog/gamification-survey-results/>.

128 Sin dagli anni '90 del secolo scorso nasceva il concetto di *Edutainment* (unione delle parole *education* e *entertainment*), cioè giochi divertenti ma allo stesso tempo istruttivi ed educativi, da <https://www.treccani.it/enciclopedia/edutainment/>.

129 L'interesse mostrato in questa tecnica trova riscontro anche nell'altissimo numero di *gamer* abituali che frequentano gli ambienti digitali di gioco, che da una ricerca del 2014 risultano essere un quarto della popolazione occidentale. Da: <https://www.talentlms.com/blog/gamification-survey-results-2014/>.

facendogli comprendere il valore dell'azione intrapresa, stimolando i suoi desideri, sfidandolo a raggiungere obiettivi semplici e continui attraverso un gioco che lo metta a confronto con altri utenti e incoraggiando la sua crescita personale. Come diceva Winston Churchill: *“ci sono tre grandi cose al mondo: gli oceani, le montagne e una persona impegnata”*.

Il sistema di premiazione agisce sulla motivazione estrinseca dell'individuo nel breve periodo, ma non deve essere considerata l'unica modalità. Come esplicitato dalla teoria dell'autodeterminazione¹³⁰, nella formazione a distanza (*e-learning*) sono di fondamentale importanza i sentimenti di autonomia, competenza e relazione degli studenti: una formazione che stimoli questi aspetti anche attraverso l'utilizzo del metodo *gamification* risulterà maggiormente efficace.

Un altro aspetto da tenere in considerazione è la competizione, sia individuale sia di gruppo. In particolare, alcuni studi recenti hanno evidenziato che la competizione tra gruppi incrementa l'interesse degli utenti a partecipare a determinate attività, denotando un aumento dell'impegno del singolo discente. In questa modalità è possibile amplificare la capacità di scambio delle informazioni nell'ambito del *team* di lavoro e avere un incremento delle *performance*.

Strettamente collegato al concetto di *gamification* troviamo la necessità di validare le competenze raggiunte: in particolare, come anticipato, nell'era del *lifelong learning* è importante poter certificare le competenze trasversali. Agli inizi si è utilizzato un sistema standardizzato in grado di certificare le competenze acquisite: gli *openbadges* della fondazione Mozilla. Successivamente, con la diffusione della tecnologia *blockchain*, si è ottenuto un maggiore livello di sicurezza, flessibilità, semplicità e velocità nel tracciare e verificare tutto quello che viene appreso dal discente tramite i *blockcerts*, in particolare nei contesti formativi informali. I traguardi raggiunti permettono di “accedere a livelli superiori del gioco guadagnando punti e premi” e questo immediato *feedback* che riceve lo studente rafforza l'aspetto emotivo e caratteriale, spronandolo nel percorso sia a livello individuale che di gruppo.

Purtroppo, nella maggior parte dei casi, si è andati semplicemente verso una classificazione, tramite *badges* e punteggi, di chi guadagna più punti in un contesto di formazione, acuendo un controproducente senso di competizione attraverso continui

130 Edward L. Deci e Richard M. Ryan, *La Teoria dell'Autodeterminazione*, 1985. Il benessere di un individuo risulta da tre bisogni intrinseci: autonomia, competenza e relazioni. Per soddisfarli si deve sviluppare l'autodeterminazione, che consente di adottare dei comportamenti autoregolati, autonomi e diretti, che permettono di raggiungere un determinato obiettivo. Quindi, non si agisce più perché tenuti a farlo, ma per una propria scelta e, nel caso della formazione, per aumentare la propria preparazione.

test di assessment delle conoscenze e delle competenze, andando così a vanificare lo scopo principale della *gamification*, cioè quello di apprendere tramite attività ludiche sperimentali, creative e condivise. Pertanto, ricevere *badges*, punteggi e scalare le classifiche deve essere solo un incentivo esterno che dia ulteriore slancio per raggiungere gli obiettivi prefissati e non diventare una competizione interna fine a se stessa.

Allo stato attuale, soprattutto nel modo anglosassone, ci sono nuove modalità più avveniristiche che stimolano la creatività ludica in ambito formativo. Si stanno affermando nuovi *format* denominati *game jam*¹³¹: delle sessioni tipicamente di 48 ore dove ai partecipanti viene assegnato il compito di creare un gioco didattico su un tema assegnato, al fine di sperimentare, utilizzare nuove tecnologie e mettersi in gioco testando le proprie *skills*. Questa modalità permette anche di vedere e valutare con maggiore facilità ed efficacia le c.d. *soft skills* che, come visto in precedenza, normalmente risultano di difficile verifica.

In considerazione del largo bacino di utenti che si può trovare nella PME, la *gamification* porterebbe notevoli benefici sia nell'apprendimento che nell'accrescimento del sentimento di appartenenza ben radicato in ogni militare. La creazione di un gioco di ruolo interattivo che accompagni un corsista durante gli anni dell'Accademia rafforzerebbe la conoscenza tra i vari partecipanti, aumenterebbe una sana competizione (grazie al sistema dei riconoscimenti e premi) apportando notevoli vantaggi. L'efficacia e il successo di piattaforme di insegnamento, come Lingo e Babbel, che alla fine di ogni sessione di corso richiedono l'esecuzione di "sfide con utenti in giro per il mondo", confermano l'utilità di questo ausilio nell'ambito della formazione. Il metodo potrebbe essere esteso anche in ambito Difesa, in particolare per corsi di breve durata svolti in DAD, dove potrebbero compensare la mancanza di relazioni fisiche tra gli utenti, oltre che consentire un incremento di *engagement* dei partecipanti.

2. L'Intelligenza Artificiale per la rivoluzione della Professional Military Education

a) Capire il rapporto Intelligenza Artificiale e formazione: tendenze e analisi rischi/benefici

L'introduzione dell'IA nella formazione può essere fatta risalire agli anni '70. I

131 <https://globalgamejam.org/about>.

ricercatori erano allora interessati a vedere come i *computer* potessero sostituire il tutoraggio umano individuale, che è ritenuto l'approccio più efficace all'insegnamento, ma spesso non è disponibile per la maggior parte delle persone¹³². I primi sforzi hanno utilizzato tecniche di IA¹³³ basate su regole finalizzate ad adattare o personalizzare automaticamente l'apprendimento per ogni singolo studente¹³⁴. Da quegli inizi, l'applicazione dell'IA nell'istruzione si è sviluppata in più direzioni, rivolgendosi inizialmente agli studenti (con strumenti progettati per supportare l'apprendimento e la valutazione), per poi includere gli insegnanti e l'intero sistema (applicata nella gestione delle istituzioni educative)¹³⁵. In effetti, l'interazione tra IA e istruzione va al di là dell'applicazione all'interno delle classi (il cd. apprendimento con l'IA), puntando all'insegnamento delle sue tecniche (il cd. apprendimento dell'IA) e all'acquisizione di una vera e propria cultura dell'IA (il cd. apprendimento alla collaborazione uomo-IA). L'introduzione di queste tecniche nell'istruzione solleva altresì questioni di pedagogia, struttura organizzativa, accesso, etica, equità e sostenibilità: per automatizzare qualcosa è necessario prima comprenderla a fondo. Inoltre, se si vuole utilizzare appieno il potenziale dell'IA in questo settore, è necessario non soltanto identificare e sfruttare i suoi possibili vantaggi, ma anche riconoscere e mitigare i relativi rischi. Di conseguenza, anche le modalità di organizzazione della formazione devono essere continuamente riviste attraverso un profondo rimodellamento. Negli ultimi dieci anni, l'uso degli strumenti di IA per supportare o migliorare l'apprendimento è cresciuto in modo esponenziale¹³⁶, sebbene ad oggi non siano ancora molti gli studi scientifici che ne acclarino l'efficacia nel settore della formazione¹³⁷.

Partendo dal quadro sopra descritto, vengono proposte quattro categorie di possibili applicazioni dell'IA nella formazione, con particolare riferimento alla PME, tarate sulle peculiari esigenze nel settore:

- gestione e erogazione dell'istruzione;
- apprendimento e valutazione;

132 Bloom B. S., The 2 Sigma Problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. 1984, *Educational Researcher*, Vol. 13, no. 6, pp. 4-16.

133 Carbonell, J. R. AI in CAI: An artificial-intelligence approach to computer-assisted instruction. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, 1970, Vol. 11, No. 4, pp. 190-202.

134 Self, J. A. Student models in computer-aided instruction. *International Journal of Man-Machine Studies*, 1974, Vol. 6, No. 2, pp. 261-276.

135 Baker, T., Smith, L. and Anissa, N. 2019. Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. London, 2019 NESTA. Su: <https://www.nesta.org.uk/report/education-rebooted>.

136 Holmes, W., Bialik, M. and Fadel, C. Artificial Intelligence in Education: Promises and implications for teaching and learning. 2019 Boston, Center for Curriculum Redesign.

137 Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M. and Gouverneur, F. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 2019 Vol. 16, No. 1, pp. 1-27.

- sostegno agli insegnanti e al miglioramento dell'insegnamento;
- apprendimento permanente.

Ciascuna delle categorie proposte è intrinsecamente interconnessa alle altre e, pertanto, le applicazioni dell'IA possono contemporaneamente soddisfare le esigenze in più di un'area. L'adozione delle tecnologie di IA nelle predette categorie trova fondamento in un'attenta analisi dei bisogni e degli obiettivi formativi, non solo a breve, ma anche a medio-lungo termine, che non risultano necessariamente conformi alle richieste o offerte del mercato globale. Prima dell'implementazione di tali strumenti nel campo della formazione, pertanto, occorre fare un'accurata analisi preliminare dei rischi e dei benefici, per comprendere in quali ambiti esiste la reale necessità del loro utilizzo. In tale ottica, l'IA va sempre considerata un sistema di amplificazione e supporto, mentre non deve essere intesa come un sostituto dell'essere umano (che sia esso un formatore oppure un *tutor*).

b) La gestione e l'erogazione della formazione

Le tecnologie dell'IA vengono sempre più utilizzate in ambito civile per facilitare la gestione e l'erogazione dell'istruzione. In ambito militare si ritiene che, oltre ad essere utilizzate a supporto dell'insegnamento o dell'apprendimento, queste applicazioni possano essere utili per l'automazione di alcuni aspetti della PME, basandosi su sistemi informativi di gestione dell'istruzione e includendo ammissioni, orari, monitoraggio delle presenze, dei compiti e della verifica dell'efficienza dell'ambiente formativo.

Peraltro, l'IA possiede una capacità di analisi rapidissima di enormi quantità di dati (testo, audio, video) e può indagare efficacemente su casi in cui sono emersi problemi simili che, confrontati tra loro, consentono di elaborare più soluzioni possibili tra cui scegliere la più congrua per il caso specifico. Questo perché la macchina ha una propria logica, diversa da quella umana, ma perfettamente integrabile con l'intervento dell'uomo. A volte un approccio di *data mining*, noto come "analisi dell'apprendimento"¹³⁸, viene utilizzato per analizzare i *Big Data* generati nei sistemi di gestione, per fornire informazioni a insegnanti e amministratori, ma anche come guida per gli studenti. Un'analisi del genere potrebbe essere eseguita, ad esempio, nelle Accademie militari per individuare gli allievi più in difficoltà e lontani dagli obiettivi

138 Du Boulay, B., Poulouvasilis, A., Holmes, W. and Mavrikis, M. What does the research say about how artificial intelligence and big data can close the achievement gap? R. Luckin (ed.), *Enhancing Learning and Teaching with Technology*. Londra 2018, Institute of Education Press, pp. 316-327.

formativi fissati e/o attesi. I risultati possono assumere la forma di “*dashboard*” visivi ed essere così utilizzati per consentire il processo decisionale basato sui dati. Affinché l’analisi sia efficace e affidabile, i dati originali e i relativi *proxy* devono essere accurati e privi di *biases* e *assumptions* inverosimili, mentre gli approcci computazionali applicati devono essere appropriati e solidi: requisiti tecnici che troppo spesso non vengono rigorosamente soddisfatti¹³⁹. Alla luce di queste considerazioni, la qualità dei dati acquisiti risulta fondamentale per far lavorare correttamente l’IA e, a tale scopo, alcune imprese specializzate nel settore stanno raccogliendo grandi quantità di dati al fine di utilizzare il ML per individuare specifici *patterns*: l’obiettivo è quello di migliorare l’apprendimento degli studenti “insegnando” al *software* ad identificare i momenti di disattenzione o di confusione, nel tentativo di accrescerne l’*engagement*. D’altronde, si ritiene molto utile utilizzare l’IA per monitorare l’attenzione dei militari in formazione¹⁴⁰ e per predire la *performance* degli insegnanti.

Tra le altre interessanti applicazioni dell’IA già esistenti nel campo della gestione dell’istruzione si annoverano i cd. assistenti virtuali o *chatbot* educativi: interfacce computerizzate *online* basate su servizi *cloud* e tecniche di IA capaci di simulare una conversazione con l’uomo. L’utente in sostanza scrive o pronuncia domande e il *chatbot* risponde. Possiamo differenziare due livelli di *chatbot*: il primo, nel quale rientrano la maggior parte degli stessi, utilizza regole e parole chiave per selezionare da risposte programmate tramite *script*, mentre nel secondo livello rientrano i *chatbot* degli assistenti virtuali (come Siri, Alexa, DuerOS e Xiaoyi), che utilizzano il *Natural Language Processing* (NLP) e il ML per generare risposte uniche. Nei contesti educativi, i *chatbot* vengono utilizzati in una gamma sempre crescente di applicazioni e possono fornire informazioni agli studenti con continuità, supportando direttamente l’apprendimento (ad es. modelli di *tutoring* basati sul dialogo). Tra i *chatbot* educativi più noti vi sono Ada¹⁴¹ e Deakin Genie¹⁴². Ada, in particolare, è un *chatbot* originariamente creato nell’ambito del *e-shopping*, che è stato adattato, con funzione di supporto, all’alta formazione e impiegato nella nota *learning platform* Top Hat¹⁴³, utilizzata in più di 750 università nel mondo. Un altro progetto molto promettente è

139 Holmes, W., Bialik, M. and Fadel, C. Artificial Intelligence in Education: Promises and implications for teaching and learning. 2019 Boston, Center for Curriculum Redesign.

140 Connor, N. Chinese school uses facial recognition to monitor student attention in class. 2018. The Telegraph. Su: <https://www.telegraph.co.uk/news/2018/05/17/chinese-school-uses-facial-recognition-monitor-student-attention>.

141 <https://www.ada.cx/industries/chatbot-for-higher-education>.

142 <https://www.caudit.edu.au/deakin-genie>.

143 <https://tophat.com/features/>.

l'applicazione OU Analyse¹⁴⁴, realizzata presso la Open University di Milton Keynes nel Regno Unito, un sistema basato su metodi di ML per l'identificazione precoce degli studenti a rischio di insuccesso, che aggiorna *tutor* e *team* dedicati al supporto al fine di elaborare un percorso formativo adeguato al singolo caso. L'obiettivo generale è quello di consentire agli studenti di completare i loro corsi con successo, diminuendo il cd. "tasso di abbandono".

Un altro sistema che si ritiene molto interessante in ambito formativo è il progetto UniTime¹⁴⁵, di origine statunitense, ma che coinvolge organizzazioni di quattro continenti. Si tratta di un *software open-source* per la pianificazione e gestione della formazione, basato sull'IA e in grado di sviluppare in autonomia orari per corsi ed esami universitari, gestire i cambi di aula e fornire gli orari individuali agli studenti.

Queste sono soltanto alcune delle applicazioni *ready to use* che possono essere mutate per un'efficace gestione della PME. L'adozione e l'adattamento di una *learning platform* interforze completa e dotata di una interfaccia con l'utilizzatore del tipo assistente virtuale può rappresentare una scelta percorribile e vincente, perché consentirebbe al militare di interagire con l'ambiente di apprendimento e ottenere informazioni utili al suo iter formativo, senza limitazioni legate a luoghi o ad orari. L'utilizzo delle tecniche di ML sopra citate, inoltre, sarebbe molto utile per individuare i *trend* del processo di apprendimento del personale monitorato dalla piattaforma, fornendo in futuro anche analisi predittive riguardo al potenziale e alle tempistiche di completamento dell'*iter* formativo previsto.

c) **L'uso dell'Intelligenza Artificiale nell'apprendimento e nella valutazione**

L'uso delle tecnologie di IA, rivolte per lo più agli studenti, ha ricevuto la massima attenzione da parte di ricercatori, sviluppatori, educatori e responsabili politici. Queste applicazioni, che sono state annunciate come la "quarta rivoluzione educativa"¹⁴⁶, mirano a fornire a ogni studente, ovunque si trovi nel mondo, l'accesso a un *lifelong learning* di alta qualità, personalizzato e onnipresente (ovvero di tipo formale, informale e non-formale). Esiste anche la possibilità che l'IA faciliti nuovi approcci all'*assessment* come la valutazione adattiva e continua¹⁴⁷. Si ritiene opportuno partire dai sistemi di

144 <https://analyse.kmi.open.ac.uk>.

145 <https://www.unitime.org>.

146 Seldon, A. and Abidoye, O., *The Fourth Education Revolution: Will artificial intelligence liberate or infantilise humanity?* 2018, University of Buckingham Press.

147 *Sull'adaptive and continuous learning* vedere Luckin, R., *Towards artificial intelligence-based assessment systems.*

tutoraggio intelligenti¹⁴⁸ (ITS), ovvero quelle applicazioni educative di IA ricercate più a lungo, sperimentate in maniera più completa e che hanno attirato il massimo livello di investimento da parte delle principali aziende tecnologiche. In generale, un ITS fornisce *tutorial* passo dopo passo, individualizzati per ogni studente, attraverso argomenti in materie strutturate. Il sistema determina un percorso ottimale attraverso i materiali e le attività di apprendimento, attingendo dalla conoscenza di esperti della materia e delle scienze cognitive e reagendo agli errori e ai successi dei singoli studenti. Questo approccio è talvolta implementato anche nei sistemi di gestione dell'apprendimento, come Moodle¹⁴⁹ e Open edX¹⁵⁰, oltre che su piattaforme come Khan Academy¹⁵¹.

Quando lo studente si impegna nelle attività di apprendimento, il sistema utilizza il ML per regolare automaticamente il livello di difficoltà e fornire suggerimenti o indicazioni in base ai punti di forza e di debolezza del discente, allo scopo di garantire il raggiungimento della padronanza dell'argomento in modo efficace. Alcuni ITS acquisiscono e analizzano i dati sullo studente, anche monitorando il suo sguardo per dedurre il suo livello di attenzione. Tuttavia, sebbene intuitivamente attraenti, è importante riconoscere che i presupposti incorporati negli ITS e il loro tipico approccio all'insegnamento di tipo istruzionale ignorano le altre possibilità offerte dalle scienze della formazione, come l'apprendimento collaborativo e quello guidato alla scoperta e al fallimento produttivo. In particolare, "l'apprendimento personalizzato" fornito da ITS individua percorsi diversificati verso i contenuti prescritti, piuttosto che promuovere la personalizzazione dei risultati dell'apprendimento, consentendo allo studente di realizzare le proprie ambizioni personali. L'uso estensivo degli ITS solleva anche altre questioni che è bene analizzare. In particolare, portano ad una riduzione del contatto umano tra studenti e insegnante che, in una tipica classe ITS, spesso trascorre molto tempo alla propria scrivania per monitorare il *dashboard* delle interazioni degli studenti. Se il formatore sceglie di "girare" per la classe, come farebbe in un'aula normale, non ha accesso all'interfaccia che illustra ciò che gli studenti stanno facendo, rendendo difficile decidere dove prestare l'attenzione. Per risolvere questo problema, un'estensione ITS chiamata Lumilo¹⁵² utilizza degli *smart-glasses* in realtà aumentata

2017 Nature Human Behaviour, Nature, vol. 1(3), pp. 1-3.

148 *Intelligent Tutoring Systems*.

149 <https://moodle.org>.

150 <https://open.edx.org>.

151 <https://www.khanacademy.org>.

152 <https://kenholstein.myportfolio.com/the-lumilo-project>.

per “far fluttuare” sopra la testa di ogni studente le informazioni relative all’apprendimento ed al comportamento (es. disattenzione), fornendo all’insegnante informazioni approfondite e continue che gli consentono di capire dove è meglio basare la propria azione. Questo è sicuramente un uso affascinante dell’IA che si ritiene possa essere sperimentato nel settore della PME per valutarne gli effettivi benefici. Nel mondo ci sono circa 60 ITS commerciali, gli esempi più noti sono Alef¹⁵³, Aleks¹⁵⁴, Mathia¹⁵⁵, Qubena¹⁵⁶, Riiid¹⁵⁷ e Squirrel AI¹⁵⁸.

Un’altro campo di applicazione dell’IA a supporto dell’apprendimento è costituito dai sistemi di tutoraggio basati sul dialogo¹⁵⁹ (DBTS), che sono in grado di utilizzare alcune specifiche tecnologie di IA, tra cui il precedentemente citato *Natural Language Processing* (NLP), che simula un dialogo tra *tutor* e studenti. Il DBTS utilizza un approccio maieutico al *tutoring*, aiutando gli studenti a scoprire da soli la soluzione più appropriata a un problema, interagendo in una conversazione basata su domande generate dall’IA. Lo scopo ultimo è quello di incoraggiare gli studenti a raggiungere una comprensione più approfondita di quella che può derivare dall’utilizzo di alcuni ITS educativi. Ci sono attualmente pochi DBTS in uso presso le università, poiché la maggior parte sono ancora in fase di ricerca e progettazione. Il più avanzato è il Watson Tutor, un sistema commerciale sviluppato da IBM e da Pearson Education¹⁶⁰.

Un’alternativa all’approccio progressivo degli ITS e dei DBTS è costituita dai cosiddetti ambienti di apprendimento esplorativo¹⁶¹ (ELE): essi adottano una filosofia costruttivista, incoraggiando gli studenti a costruire la propria conoscenza e a fare collegamenti con il bagaglio di competenze già in loro possesso. Il ruolo dell’IA negli ELE è di ridurre al minimo il sovraccarico cognitivo, spesso associato all’apprendimento esplorativo, fornendo una guida e *feedback* automatizzati, basati sul tracciamento della conoscenza e sul ML. Attualmente non si conoscono esempi di ELE che abbiano superato la fase di ricerca.

La valutazione automatica della scrittura¹⁶² (AWE), invece, si basa sull’utilizzo dell’NLP per fornire agli studenti un *feedback* automatico sulla scrittura: questa tecnica

153 <https://alefeducation.com>.

154 <https://www.aleks.com>.

155 <https://www.carnegielearning.com>.

156 <https://qubena.com>.

157 <https://riiidlabs.ai/>.

158 <http://squirrelai.com>.

159 *Dialogue-based tutoring systems*.

160 <https://www.ibm.com/blogs/watson/2018/06/using-ai-to-close-learning-gap/>.

161 Exploratory Learning Environments.

162 Automated Writing Evaluation.

tende a coinvolgere gli studenti in maniera diversa rispetto alle tecniche di *adaptive learning*. In generale, ci sono due approcci AWE sovrapposti: quello “formativo” consente allo studente di migliorare la propria scrittura prima di inviare un elaborato per la valutazione, e quello “sommativo”, che facilita l’assegnazione di un voto agli scritti degli studenti. La maggior parte delle applicazioni AWE si concentra sull’aspetto sommativo, piuttosto che su quello formativo, in quanto questi sistemi sono stati progettati principalmente per ridurre i costi di valutazione. Tuttavia, da quando è stato introdotto, l’AWE sommativo è sempre stato oggetto di un acceso dibattito¹⁶³. Ad esempio, sono stati criticati per aver attribuito agli studenti il merito di caratteristiche superficiali come la lunghezza della frase, anche se il testo non ha alcun senso (possono essere “ingannati da parole senza senso”), oppure perché non sono risultati in grado di valutare la creatività. La cosa più preoccupante è che gli algoritmi AWE a volte sono soggetti a *bias* cognitivi, specialmente nei confronti degli studenti appartenenti a minoranze, probabilmente a causa di usi diversi del vocabolario e della struttura delle frasi. L’AWE sommativa, inoltre, non è in grado di individuare gli scritti cd. “*deep-fake*” di facile accesso, come saggi scritti da tecnologie di IA che attingono dall’esperienza della rete, imitando allo stesso tempo lo stile di scrittura del singolo studente¹⁶⁴. L’uso dell’IA per assegnare un voto ad un elaborato, inoltre, sminuisce in fondo il valore intrinseco dell’insegnante di poter valutare le competenze dei propri studenti. La tecnologia AWE, sia di tipo formativo che sommativo, è usata in molti contesti educativi attraverso programmi come WriteToLearn¹⁶⁵, e-Rater¹⁶⁶ e Turnitin¹⁶⁷.

Una trattazione a parte meritano gli ausili all’apprendimento delle lingue. Alcune di queste applicazioni utilizzano tecnologie di IA per migliorare le loro *performance*, come ad esempio forme di personalizzazione derivate dagli ITS combinate con funzioni di riconoscimento del linguaggio. Il parlato dello studente viene comparato con “registrazioni master” fatte da un madrelingua, per fornire al discente un *feedback*

163 Sull’utilizzo standardizzato di AWE nel *grading* di alcuni dei più diffusi *test* di ingresso automatizzati e sul problema dei *bias* connessi al loro utilizzo è illuminante l’articolo di Feathers, T. Flawed Algorithms Are Grading Millions of Students’ Essays. 2019. Su: https://www.vice.com/en_us/article/pa7dj9/flawed-algorithms-are-grading-millions-of-students-essays.

164 Illuminante sull’argomento è <https://theconversation.com/artificial-intelligence-can-now-emulate-human-behaviors-soon-it-will-bedangerously-good-114136>. E, per un esempio di applicazione che può realizzare un saggio scolastico: <https://openai.com/blog/better-language-models/#sample6>.

165 <https://www.pearsonassessments.com/store/usassessments/en/Store/Professional-Assessments/Academic-Learning/WriteToLearn/p/100000030.html>.

166 <https://www.ets.org/erater/about>.

167 <https://www.turnitin.com/it>.

immediato volto a migliorare la sua pronuncia. Le applicazioni più comunemente in uso includono AI Teacher¹⁶⁸, Amazing English¹⁶⁹, Babbel¹⁷⁰ e Duolingo¹⁷¹.

L'IA è applicata, inoltre, anche alle realtà virtuali (VR) e aumentate (AR) dedicate all'educazione. I visori VR permettono una esperienza immersiva, escludendo totalmente il mondo fisico: le tecniche di IA vengono utilizzate per controllare avatar virtuali, per permettere il controllo vocale utilizzando l'NLP o per creare un intero ambiente virtuale partendo da una semplice immagine. L'AR inoltre può sovrapporre immagini generate dal *computer* al mondo reale, come nel caso della già citata applicazione Lumilo, che permette di associare informazioni relative all'apprendimento a ogni studente. Ci sono molti esempi di VR e AR utilizzate in campo educativo, come Blippar¹⁷², EonReality¹⁷³, Google Education¹⁷⁴ e VR Monkey¹⁷⁵. In questo tipo di applicazione riconosciamo il potenziale di amplificazione che può avere l'IA cognitiva nella PME: *“un'amplificazione delle capacità umane (sia cognitive che motorie), che deve essere una delle funzioni fondamentali da ricercare nell'Intelligenza Artificiale”*, come sottolineato dal Ing. Daniele Pucci¹⁷⁶ nel corso dell'intervista effettuata dal Gruppo di Lavoro nel corso di questa ricerca.

Un'altra area di applicazione molto promettente, ma che ancora non ha esempi concreti di applicazione, è quella che interessa l'aspetto collaborativo dell'apprendimento. È il caso degli organizzatori di reti di apprendimento¹⁷⁷ (LNO) che hanno come obiettivo quello di abilitare delle reti di studenti e insegnanti, con lo scopo di organizzare attività di apprendimento. Gli LNO creano combinazioni di partecipanti a una data attività, basandosi sulla loro disponibilità, sull'interesse per la materia trattata e sul livello di conoscenza. Due esempi diversi, ma molto esplicativi, sono l'esperimento *Third Space Learning*¹⁷⁸ e lo *Smart Learning Partner*¹⁷⁹. Il primo, eseguito nel Regno Unito, ha l'obiettivo di connettere studenti che hanno difficoltà in alcune materie con insegnanti di sostegno. Il secondo esempio, invece, è una applicazione di IA che permette agli studenti di connettersi con un *tutor* attraverso lo

168 <http://aiteacher.100tal.com>.

169 <https://enteacher.xueersi.com/#/index>.

170 <https://it.babbel.com/>.

171 <https://it.duolingo.com>.

172 <https://www.blippar.com>.

173 <https://eonreality.com/eon-reality-education/?lang=it>.

174 <https://edu.google.com/products/vr-ar>.

175 <http://www.vrmonkey.com.br>.

176 Capo Ricercatore di Intelligenza Artificiale e Meccanica presso l'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT).

177 Learning Network Orchestrators.

178 <https://thirdspacelearning.com>.

179 <http://slp.bnu.edu.cn>.

smartphone alla stregua di una *app* di *dating*.

Passando ora all'apprendimento collaborativo in senso stretto, dove gli studenti collaborano per risolvere problemi al fine di massimizzare i risultati educativi, il problema più significativo consiste nella difficoltà di raggiungere un livello efficace di sinergia fra gli studenti. Il potenziale dell'IA di migliorare questa modalità di apprendimento è evidente: uno strumento basato sull'IA sarà in grado di connettere gli studenti da remoto, identificando quelli con le caratteristiche migliori per un certo *task* collaborativo e formando conseguentemente dei gruppi di lavoro. Non è da scartare l'ipotesi di utilizzare un agente virtuale che possa contribuire attivamente alle discussioni del gruppo¹⁸⁰. Questo strumento, in particolare, appare molto promettente se adattato al mondo della PME, soprattutto per quanto riguarda lo sviluppo delle *soft skills*. Un'applicazione LNO può rivelarsi una scelta vincente, soprattutto nell'erogazione dell'alta formazione, dove è essenziale mettere a sistema le migliori risorse disponibili per raggiungere un risultato formativo eccellente. Una tecnologia del genere può essere utilizzata per ricercare il miglior gruppo di lavoro possibile per raggiungere un determinato risultato, oppure per individuare eventuali criticità all'interno di un gruppo già formato. Un'applicazione di questo tipo potrebbe pertanto fornire notevoli vantaggi alla formazione del personale militare, in particolare per il personale dirigente.

Tutte le applicazioni illustrate in questo paragrafo costituiscono il *core* dell'*adaptive learning*: sono infatti tutte *ready to use* nel mondo dell'educazione civile e pertanto si ritengono perfettamente applicabili e sperimentabili nella PME. Il *trend* che si individua nel mondo accademico mondiale, specialmente extraeuropeo, si sta dirigendo verso l'utilizzo di questo tipo di tecnologie, la cui implementazione nella PME costituisce l'obiettivo verso il quale tutta l'organizzazione della formazione della Difesa dovrà tendere nel prossimo futuro.

d) L'uso dell'Intelligenza Artificiale a sostegno dei formatori

Nonostante il notevole potenziale di supporto agli insegnanti, si ritiene che l'uso delle applicazioni di IA in questo ambito abbia finora ricevuto molte meno attenzioni rispetto a quelle dedicate ai discenti. Spesso i ricercatori e gli sviluppatori pensano agli insegnanti solo alla fine del processo di progettazione, ad esempio aggiungendo

180 Cukurova, M., Luckin, R., Mavrikis, M. and Millán, E., Machine and human observable differences in groups' collaborative problem-solving behaviours, 2017, European Conference on Technology Enhanced Learning. Springer, pp. 17-29.

un'interfaccia che permetta di visualizzare i dati degli studenti negli ITS. Tuttavia, ci sono notevoli evoluzioni anche in questo campo, in quanto si è preso atto che le applicazioni di IA rivolte agli insegnanti contribuiscono a diminuire il carico di lavoro, automatizzando vari tipi di *task*, come la valutazione, l'individuazione del plagio nei testi e vari compiti amministrativi. Questo approccio potrebbe erroneamente portare a concludere che l'IA si sta sviluppando sempre di più e, col tempo, andrà a subentrare alla figura dell'insegnante. In realtà, con l'introduzione di questi nuovi strumenti, l'obiettivo non è quello di sostituire l'insegnante con l'IA, ma prendere atto che il suo ruolo dovrà subire un cambio sostanziale, attraverso lo sviluppo di nuove competenze che consentano di lavorare efficacemente con il supporto dell'IA¹⁸¹. Il dott. Pucci, nel corso dell'intervista rilasciata al Gruppo di Lavoro, ha ribadito che “*occorre immaginare l'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale per compiti impegnativi dal punto di vista fisico e cognitivo*”, in modo tale che gli insegnanti abbiano a disposizione più tempo da impiegare, ad esempio, per fornire un supporto più efficace ai discenti.

Le tecnologie di IA vengono utilizzate altresì per supportare l'istruzione *online*, in particolare per aiutare gli insegnanti o i facilitatori a monitorare i *forum* di discussione asincroni. In questi *forum*, gli studenti danno risposte ai compiti assegnati, chiedono ai loro *tutor* i materiali del corso e imparano attraverso l'apprendimento collaborativo. Questo genera un gran numero di *post*, che devono essere tutti moderati e indirizzati. L'IA potrebbe aiutare in diversi modi: da un lato potrebbe valutare i *post* del *forum* e rispondere automaticamente a quelli più semplici, aggregando quelli che hanno caratteristiche comuni, dall'altro lato potrebbe essere utilizzata nell'individuazione di particolari stati emotivi negativi o non produttivi. Queste due tecniche consentirebbero ai *tutor* umani di essere costantemente informati delle opinioni degli studenti e delle preoccupazioni collettive. Un esempio di questa applicazione è dato dall'assistente virtuale Jill Watson, basato sulla piattaforma IBM Watson e sviluppato negli USA dalla Georgia Tech. Questo strumento è stato in grado gestire un forum di studenti e di rispondere ad alcune semplici domande, fornendo un contributo paragonabile al comportamento di un assistente umano. Si ritiene che tale applicazione possa essere implementata anche in ambito PME per valutare la modalità di studio ed eventualmente modificare i programmi di insegnamento in corso d'opera o per il successivo anno accademico.

Un altro strumento molto promettente trae origine dal modello di insegnamento

181 UNESCO, AI and education-Guidance for policy makers, Education 2030, 2021, Parigi.

dual teacher, utilizzato in alcune regioni remote della Cina. Secondo questo approccio un insegnante esperto tiene una video-lezione, assistito da un insegnante meno esperto presente *in loco*¹⁸². Uno scenario futuro vede la presenza di un assistente didattico basato sull'IA, che potrebbe aiutare l'insegnante in svariati incarichi, tra cui quello di fornire competenze specialistiche o risorse di sviluppo professionale (ad es. *training the trainer*), collaborare con i colleghi, monitorare le prestazioni degli studenti e i progressi nel tempo. In questo quadro, cosa e come insegnare agli studenti rimarrebbe responsabilità e prerogativa esclusiva del docente. Il ruolo dello strumento di IA sarebbe semplicemente quello di rendere il lavoro dell'insegnante più semplice e collegiale.

In conclusione, si è visto come la maggior parte delle applicazioni a supporto degli insegnanti è volta ad alleggerirne il lavoro, sollevandoli da compiti ripetitivi, ma gravosi. Questo aspetto ci fa propendere per un utilizzo dell'IA per la rivoluzione della PME, in particolare in un'ottica di sostegno ai formatori, dove potrà diventare un sistema in grado di ampliare le possibilità di apprendimento e di insegnamento, modificando le attuali teorie pedagogiche. Sono inoltre in corso di sperimentazione delle applicazioni che mirano a facilitare la trasformazione delle tecniche di insegnamento, i c.d. AI Teacher Assistants¹⁸³, con tutte le difficoltà e i dubbi etici che necessitano di essere risolti prima di poter utilizzare queste tecnologie in maniera estensiva. Sarà di fondamentale importanza per la Difesa investire nella formazione degli insegnanti all'uso efficace di tutte queste tecnologie di supporto.

e) **L'uso dell'Intelligenza Artificiale a sostegno del lifelong learning**

Come abbiamo sottolineato nel corso della nostra ricerca, l'obiettivo dell'apprendimento individualizzato, supportato da un *lifelong tutor*, ha ispirato per primo l'uso dell'IA nella formazione e rappresenta il faro del prossimo futuro della PME. In termini prettamente tecnici, non dovrebbe essere difficile utilizzare il potenziale degli *smartphones* e delle tecnologie a essi connesse per creare un *learning companion*¹⁸⁴ che accompagni il militare durante il prosieguo della sua carriera. Un *learning companion* fornirebbe un supporto continuo allo studente, per aiutarlo a decidere cosa imparare e come e quando raggiungere gli obiettivi fissati dall'Organizzazione. Esso

182 iResearch Global. 2019. *2018 China's K12 Dual-teacher Classes Report*. Su: http://www.iresearchchina.com/content/details8_51472.html.

183 Luckin, R. and Holmes, W., AI Is the New TA in the Classroom. Su: <https://www.howwegettonext.com/a-i-is-the-new-t-a-in-the-classroom/>.

184 UNESCO, AI and education-Guidance for policy makers, Education 2030, 2021, Parigi.

rappresenta una guida per il militare lungo percorsi di apprendimento individualizzati, progettati per aiutarlo ad affrontare gli obiettivi emergenti e a trovare una corrispondenza tra i suoi interessi e i risultati che deve raggiungere, incoraggiandolo a riflettere e modificare i suoi obiettivi di apprendimento a lungo termine. Nonostante il profondo potenziale, al momento non ci sono prodotti commerciali basati sull'IA dedicati all'apprendimento permanente.

Come detto in precedenza, assume particolare rilevanza, nel contesto di un *lifelong learning*, il modello del *continuous assessment*, campo in cui l'IA può dare un notevole supporto. Il metodo di valutazione mediante esami è innegabilmente quello che viene usato di più, sia in contesti universitari, che in ambito PME. Spesso accade che gli Istituti di formazione insegnino "in vista dell'esame", dando priorità all'acquisizione di nozioni e contenuti, tralasciando, invece, una comprensione profonda e l'applicazione pratica dei contenuti assimilati.

L'IA possiede già in questo momento delle abilità che possono rivoluzionare le tecniche di valutazione e *assessment*: riconoscimento facciale, vocale e *keyboard dynamics* sono alcune tecnologie utilizzate per verificare l'apprendimento degli studenti a distanza. Molto interessante è il progetto TeSLA¹⁸⁵ finanziato dalla Commissione Europea, che si propone di condurre progetti pilota su larga scala in ambito di *e-assessment* mediante un algoritmo interoperabile e integrabile nei diversi sistemi di apprendimento, con l'obiettivo finale di ridurre le attuali restrizioni di tempo e spazio fisico nell'insegnamento e nell'apprendimento. L'IA, quindi, ci potrebbe fornire una valida alternativa all'*assessment* mediante strumenti idonei a monitorare costantemente i progressi dello studente, che andrebbero via via a sostituire gli esami che utilizzano la vecchia tecnica dello *stop-and-test*.

L'IA, inoltre, può fornire un grande contributo alla PME con la creazione di un *e-portfolio*, uno strumento in grado di registrare tutte le informazioni fornite dal *continuous assessment*, relativamente all'apprendimento formale, non formale e informale. Sarebbe un vero e proprio registro dinamico, intelligente e autenticato dalla tecnologia *blockchain*. La Difesa potrebbe così ottenere una certificazione accreditata delle esperienze di apprendimento effettuate dal personale, potenzialmente molto più dettagliata della mera registrazione delle certificazioni di esame e, soprattutto, molto più utile nella definizione delle prospettive future di impiego del militare.

185 <https://tesla-project-eu.azurewebsites.net/>.

3. Il futuro della Professional Military Education

a) Il predictive learning e il lavoro sul potenziale

Come si evince dai precedenti paragrafi, l'IA risulta sicuramente uno degli strumenti più adeguati a una rivoluzione a tutto campo della PME, ma occorre ribadire che ciò richiederà un cambiamento sostanziale, ma necessario ed efficace per il benessere della Difesa.

Nel seguente paragrafo andremo a esaminare un importante e futuristico obiettivo per la formazione del militare di domani, il *predictive learning*. Infatti, l'analisi tradizionale dei fabbisogni formativi potrebbe risultare non più adeguata al contesto in continua evoluzione in cui ci troviamo, perché si corre il rischio di implementare programmi di studio non al passo con i cambiamenti e con le nuove tecnologie, radicandosi eccessivamente alle necessità nell'immediato con una visione solo parziale della realtà. Lo scenario attuale richiede adattamenti continui nella formazione del personale e, pertanto, diventa fondamentale andare a ricercare anche i bisogni latenti, come li ha definiti il dott. Amicucci nel corso dell'intervista, ovvero quei *“bisogni formativi non espressi perché non si è consapevoli dei cambiamenti, delle nuove tecnologie, dei processi organizzativi disponibili e delle possibili applicazioni nel proprio contesto”*. In secondo luogo, la modalità classica di analisi dei bisogni formativi non permette di lavorare sul potenziale, ovvero cercare di prevedere le competenze necessarie per il futuro della Difesa in un determinato settore. Occorre effettuare, quindi, degli studi di futuro nel breve e medio periodo (e se possibile anche nel lungo) e chiedersi come sarà la nostra organizzazione.

Un'applicazione esistente che permette di fare un primo passo importante verso il *predictive learning* è ELIO, piattaforma di *conversational storytelling*, creata da BSD¹⁸⁶ e Skilla, in grado di ottenere degli utili indicatori che possano guidare la progettazione della formazione *online* tramite la scoperta dell'esperienza pregressa dell'utente¹⁸⁷.

Normalmente quando si fa una ricerca sul *predictive learning* si nota che le

186 BSD è uno studio di ricerca e progettazione attivo sin dal 1990. I suoi fondatori sono fra i maggiori esperti di Interazione Uomo-Macchina, di Fattori Umani e Ergonomia, e *Interaction Design*. BSD ottimizza il potenziale dei suoi clienti attraverso progetti innovativi di design e ricerca.

187 ELIO non è una persona, non è un *bot*, è un *avatar* con temperamento e personalità, che riesce a conversare in maniera innovativa con l'utente il quale, grazie al dialogo con ELIO, può contribuire con il suo profilo formativo ad ampliare il *database*. Quest'ultimo è strutturato in modo da permettere una serie di analisi che consentono di identificare le corrette linee guida per progettare modelli di formazione adeguati e in linea con le nuove modalità di lavoro e di fruizione dei contenuti *online* (vds. http://corporate.bsdesign.eu/progetti/involve/Skilla_Amicucci.html).

sperimentazioni e le applicazioni in atto sono più che altro associate al DL, ovvero all'apprendimento dell'IA. Qui invece si vuole focalizzare l'attenzione sulla previsione condotta sul personale, per guidare e stabilire al meglio la formazione nel corso della carriera, sia sulla base degli incarichi passati e delle esperienze acquisite, che in caso di trasferimenti che comportano l'inizio un nuovo incarico, magari sostanzialmente differente dai precedenti e, di conseguenza, con necessità di perfezionare o formare ulteriori *skills*. Pertanto, il connubio tra apprendimento predittivo e IA appare un elemento chiave, in quanto si può sfruttare la capacità di una macchina di modellare l'ambiente, prevedere possibili futuri e capire come funziona il mondo osservandolo e agendo in esso.

L'apprendimento predittivo richiede chiaramente che le macchine siano in grado non solo di apprendere senza la supervisione umana, ma di elaborare un modello predittivo del mondo. A tal riguardo, il *Predictive Learning Analytics* (PLA) è un insieme di metodi e tecnologie utilizzati per modellare i risultati futuri degli studenti, identificando modelli e tendenze nei dati storici. In tal modo le organizzazioni possono fare previsioni sul possibile comportamento degli studenti nei programmi di formazione futuri e sul lavoro. Tuttavia, sono ancora limitati, nel senso che guardano per lo più al passato, tendendo a enfatizzare quest'ultimo, anziché orientare lo sguardo verso il futuro.

In un settore come quello della Difesa, dove l'importanza dello sviluppo delle competenze del personale riveste un ruolo fondamentale, i dirigenti hanno bisogno di comprendere il processo e i risultati attesi dalla formazione per prendere decisioni migliori. Dipendere solo dall'analisi retrospettiva è come guidare guardando solo lo specchietto retrovisore: è confortante, ma pericoloso. Per aumentare l'efficacia dei programmi di formazione, è fondamentale considerare il futuro e il modo migliore per farlo è implementare il *predictive learning*.

Un'altra applicazione che permette di comprendere il funzionamento di questo tipo di sistema di apprendimento è basata sull'algoritmo *Burning Glass Technologies*¹⁸⁸, il quale analizza i dati sul mercato del lavoro in tempo reale, le informazioni sui risultati di carriera degli ex studenti e gli strumenti di pianificazione rivoluzionari, creando programmi e coinvolgendo gli studenti. Ciò permette ai discenti di apprendere e padroneggiare esattamente le abilità di cui hanno bisogno per entrare con successo nel mercato del lavoro. Con i dati di *Burning Glass*, gli studenti allargano

188 <https://www.burning-glass.com>.

i loro orizzonti verso dei settori che altrimenti non avrebbero esaminato, per acquisire nuove competenze e, quindi, per prepararsi a essere assunti da aziende di prim'ordine.

L'algoritmo raccoglie, estrae e codifica milioni di annunci di lavoro e profili *social* da oltre 40.000 fonti *online* ogni giorno e crea un linguaggio di *database* strutturato e standardizzato (una vera e propria tassonomia) per supportare l'analisi di accesso rapido dal *data warehouse*. Questa tecnologia permette pertanto di formare studenti con le competenze desiderate dalle aziende, valutando le opportunità di nuovi corsi da far frequentare per acquisirle.

Numerose università¹⁸⁹ e aziende¹⁹⁰ hanno fatto ricorso al *predictive learning* del *Burning Glass Technologies* per progettare nuovi corsi di laurea e rivedere programmi già esistenti. Esaminando la domanda dei datori di lavoro e, quindi, le competenze necessarie ai laureati per essere adeguatamente competitivi per professioni specifiche, hanno allineato la programmazione dei corsi di formazione alle esigenze del mercato del lavoro.

In ambito PME si ritiene utile implementare nel futuro un algoritmo di questo genere, che aiuti la Difesa a identificare facilmente le competenze lavorative necessarie in un determinato settore (es. *procurement*, logistica, etc.) per consentire lo sviluppo delle competenze idonee alla formazione del personale all'interno di quel campo. L'acquisizione di questo tipo di informazioni per la creazione di corsi *ad hoc* per un gruppo di persone che lavora nello stesso settore può assumere un ruolo fondamentale per il futuro sviluppo della Difesa.

Tale tecnologia presuppone la creazione di una piattaforma digitale, che sarà l'interfaccia mediante la quale il militare potrà interagire con il sistema formativo. Il sistema elaborerà autonomamente un profilo di base, ottenuto dalle competenze già possedute dal discente (derivate per esempio dagli incarichi svolti nel corso della sua carriera), partendo dal quale verrà disegnato un percorso formativo *ad hoc*. Fino a questo punto tale sistema potrebbe apparire non molto diverso da un'applicazione di *adaptive learning*, di cui si è discusso nei paragrafi precedenti. La chiave di volta che porterà a un avanzamento verso il *predictive learning* sarà la capacità del sistema di poter disegnare l'*iter* formativo del militare sulla base dei *requirements* che si prevedono saranno richiesti nel futuro. Si tratta, quindi, di predisporre una mappatura delle *skills* necessarie per un determinato incarico o impiego, da inserire in un

189 Quali ad es. University of Connecticut, NC State University e University of Virginia (vds. <https://www.burning-glass.com/case-studies/>).

190 Quali ad es. Cisco, Missouri Economic Research Information Center e Stay Nimble.

algoritmo che permetterà all'IA di analizzare e prevedere le competenze essenziali per lo strumento militare nel prossimo futuro. Ovviamente ciò richiede un vasto *Big Data* che dovrà comprendere, oltre alle informazioni relative al singolo militare, anche i dati relativi alle esigenze della Difesa in termini di competenze chiave per i molteplici percorsi di carriera individuati. Un algoritmo di questo genere non solo consentirà di elaborare un percorso di apprendimento rapido, personalizzato e adeguato all'incarico da ricoprire, ma permetterà alla PME di essere sempre aggiornata rispetto alle competenze che si prevederanno essere strategiche per la Difesa del futuro.

b) I modelli di certificazione dinamici di conoscenze e competenze: il “fascino” della blockchain

La tecnologia *blockchain*, come detto nel primo capitolo, è comunemente applicata nel settore finanziario e, in particolare, viene associata al mondo delle criptovalute. Il settore della formazione ha visto solo recentemente l'introduzione di questo strumento e il suo utilizzo è ancora allo stadio iniziale. Uno studio del 2019, condotto dall'Istituto Gartner¹⁹¹, riporta che solo il 2% degli Istituti di alta formazione utilizza la tecnologia *blockchain* e che un altro 18% ha programmato di utilizzarla nei due anni successivi. Attualmente, gli Istituti utilizzano questa DT primariamente per archiviare e condividere i *record* accademici e le credenziali degli studenti. Il numero dei dati degli studenti è praticamente infinito e la verifica delle credenziali accademiche può richiedere molto tempo, infatti la produzione della documentazione cartacea richiede un grande sforzo. Uno studio condotto negli Stati Uniti nel 2021 dall'organizzazione Credential Engine¹⁹² attesta che il numero di credenziali univoche che documentano l'apprendimento negli USA, inclusi titoli di studio, certificati, badge digitali e apprendistati, ammonta a più di 967.000. La *blockchain* può chiaramente eliminare gran parte del carico di lavoro associato a questo processo e semplificare le procedure di verifica, facendo risparmiare tempo a educatori e amministratori, specialmente quando si devono gestire dei dati ottenuti presso Istituti di formazione diversi.

L'utilizzo della *blockchain* avrebbe, in questo senso, anche una immediata applicazione nel mondo della PME, basti pensare al caso del militare che prosegue la

191 Susan Moore, 4 Ways Blockchain Will Transform Higher Education, 16 ottobre 2019. Su: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/4-ways-blockchain-will-transform-higher-education>.

192 Credential Engine, Counting U.S Postsecondary and Secondary Credentials, febbraio 2021. Su: <https://credentialengine.org/wp-content/uploads/2021/02/Counting-Credentials-2021.pdf>.

sua formazione presso Istituti militari o civili più disparati: utilizzando questa tecnologia, un Istituto che prende in carico un militare potrebbe verificare il suo *iter* formativo con pochi semplici clic. Nel caso di Istituti che si avvalgono di insegnanti e consulenti esterni, inoltre, l'uso di questa tecnologia nel campo dell'archiviazione dei record accademici, sarebbe un ausilio utilissimo alla scelta del profilo migliore per trattare una determinata materia. La naturale evoluzione e l'obiettivo a cui dovrà tendere la Difesa sarà quindi quello di creare un *e-portfolio* che accompagnerà il militare durante tutto l'arco della sua carriera, rendendo disponibili e certificabili tutte le competenze acquisite. Oltre alla semplice "archiviazione" dei dati relativi all'istruzione, la tecnologia *blockchain* potrà essere utilizzata anche da chi si occupa di impiego del personale, permettendo all'amministrazione di avere traccia del profilo professionale di tutti i militari

Un altro ambito di applicazione della tecnologia *blockchain* è quello che fa riferimento alla gestione dei programmi formativi all'interno degli Istituti di alta formazione. Una prima applicazione molto promettente è quella dell'utilizzo delle *blockchain* come *storage* criptato dove archiviare materiale relativo ai corsi da effettuare. Questa applicazione metterebbe al riparo gli Istituti dall'utilizzo di *hard drives*, che potrebbero essere soggetti a danneggiamenti, o dal ricorso alla tecnologia *cloud* che, come noto, presenta dei costi di esercizio molto alti.

Rimanendo sempre nell'ambito della gestione dell'attività formativa, un altro *tool* molto importante, al momento utilizzato dal settore delle criptovalute, è quello relativo all'uso degli *smart contract*: protocolli informatici inseriti in una *blockchain* che vengono eseguiti automaticamente quando si verificano una serie di condizioni. Volendo applicare questa tecnologia al mondo della formazione ed in particolare a quello della PME, si potrebbe immaginare un formatore che realizza lezioni e corsi sotto forma di *blockchain*, inserisce vari *task* per gli studenti e si avvale di uno *smart contract* che verifica costantemente il completamento di ogni *task*, assegnando e archiviando automaticamente i risultati ottenuti, fino a quando il percorso formativo previsto non sia terminato. La forza di questo metodo, al di là della sua "automatizzazione", è da ricercare nel fatto che tutto questo processo sarebbe totalmente trasparente, sicuro e soprattutto verificabile.

Un altro ruolo fondamentale che la tecnologia *blockchain* potrebbe assumere è nell'ambito della ricerca universitaria. Tale aspetto è particolarmente calzante per il nuovo ruolo di Scuola Superiore ad Ordinamento Speciale assunto in via sperimentale

dal CASD. La nuova veste richiede sia di formare ogni anno una nuova generazione di dirigenti, sia di contribuire alle conoscenze attuali attraverso una costante attività di ricerca. Uno dei più grandi risultati, infatti, deve essere quello di condurre studi originali, che possano ampliare i confini di ciò che già conosciamo, definendo nuove aree di ricerca che possano portare la Difesa verso il futuro. È per questo che assume fondamentale importanza disseminare le ricerche condotte, allo scopo di influenzare anche gli ambiti di lavoro futuri. In questo contesto, la tecnologia *blockchain* potrebbe esprimere il proprio potenziale nel permettere ai ricercatori di pubblicare i propri lavori senza restrizioni, con la possibilità, inoltre, di monitorare se la propria ricerca viene consultata da altri ricercatori o formatori: in sostanza permetterebbe alla Difesa di avere *real time* una precisa idea di quanto sia tenuto in considerazione il lavoro di ricerca effettuato all'interno dell'Organizzazione.

Per raggiungere gli obiettivi sopra esposti, la Difesa dovrà superare alcune sfide cruciali in tre determinati settori.

- Sicurezza: sebbene la sicurezza sia una delle caratteristiche distintive della *blockchain*, ciò non significa che sia invulnerabile. A causa del livello di sensibilità delle informazioni memorizzate al suo interno (documenti e credenziali accademiche degli studenti), gli enti che si occuperanno del “popolamento” della *blockchain* dovranno valutare attentamente quali dati archiviare e con quali modalità. Il rispetto delle norme che regolano la protezione dei dati personali presenterà delle sfide: si dovranno implementare misure di *privacy* più rigorose, utilizzando *blockchain* private e autorizzate, oppure crittografando i dati presenti sulle stesse.
- Tasso di adozione: la *blockchain* funziona solo quando un numero sufficiente di Istituti e datori di lavoro fa affidamento su di essa. I militari in formazione potranno beneficiare della titolarità delle proprie credenziali se gli altri Istituti e gli altri Enti ne accetteranno la validità. Il meccanismo instaurato attraverso l'introduzione di questa tecnologia dovrà essere utilizzato necessariamente in ottica interforze e interagenzia, proprio per permettere la creazione di un *e-portfolio* che sia effettivamente impiegabile all'interno dell'Amministrazione Difesa, ma soprattutto che possa assicurare un *continuum* con il mondo civile della formazione. Solo adottando estensivamente questo metodo, esso potrà affrancarsi dall'essere un'eccezione virtuosa e diventare invece la regola.

- Costo: sebbene possa portare a risparmi in altre aree, l'adozione e l'implementazione di una qualsiasi nuova tecnologia comporta dei costi. All'investimento iniziale si dovranno aggiungere i costi relativi all'incremento della potenza di calcolo e alla modifica dell'infrastruttura esistente. Sarà necessario, inoltre, prevedere dei costi di istruzione del personale che dovrebbe acquisire le conoscenze e le competenze idonee per gestire i dati del personale su una piattaforma *blockchain*.

In conclusione, si riconosce l'estremo potenziale posseduto da questo tipo di tecnologia nell'ambito della PME: le sfide da affrontare per arrivare a un'efficace implementazione sono molte, ma si ritiene che l'Amministrazione Difesa sia uno dei *testbed* migliori dove sperimentare questo futuristico modo di operare. I vantaggi che se ne trarranno sicuramente non si fermeranno al mondo della PME, ma avranno risvolti immediati anche nel mondo dell'impiego e della selezione del personale.

c) **Big Data interforze e Deep Learning, un futuro non troppo lontano**

Il mondo di oggi in tutti i suoi aspetti, dall'economico al sociale, è caratterizzato da uno sviluppo costante, velocissimo e da una sempre maggiore digitalizzazione di ogni aspetto della vita quotidiana. Tutti questi cambiamenti si basano sulla capacità di gestione dei cosiddetti *Big Data Analytics*. L'innovazione basata sulla *data driven innovation* spinge ogni azienda, dalle più grandi fino alle più piccole *startup*, a dedicare sempre maggiori risorse alla gestione ed elaborazione dei dati, permettendo di allargare i confini della loro conoscenza, con conseguente aumento della precisione delle loro decisioni ed azioni.

Il comparto Difesa non può rimanere fuori da questa competizione, anzi è necessario creare nuove strutture, oppure implementare quelle presenti per la gestione dei *Big Data* per avere Forze Armate moderne, digitalizzate, al passo coi tempi e proiettate al futuro che si avvicina sempre più velocemente.

I *Big Data* devono essere un tema prioritario per la nostra Organizzazione, che deve affrontarlo sia a livello organizzativo, sia sotto il profilo della creazione di piattaforme digitali, introducendo questa tecnologia anche nell'ambito della PME. Le Forze Armate non possono esimersi dall'essere al passo con i tempi, poiché il raggiungimento di un'autonoma capacità di gestione e protezione dei dati sono un obiettivo che deve essere di primaria importanza: questo traguardo deve essere raggiunto nel minor tempo possibile.

Nel 2021 ben 8 aziende su 10 hanno aumentato sostanzialmente gli investimenti nelle tecnologie di integrazione e *governance* dei dati e sono aumentate anche le sperimentazioni in ambito *Advanced Analytics*¹⁹³. In particolare, quest'ultima, evoluzione della *business intelligence*, consente di analizzare qualunque tipo di dato strutturato, semi strutturato e anche non strutturato, al fine di ottenere relazioni e correlazioni, sviluppo di analisi previsionali e raccomandazioni¹⁹⁴. Come detto, la capacità autonoma¹⁹⁵ di saper gestire i dati e i sistemi di analisi deve essere un *asset* strategico per la Difesa.

In questi anni si sta affermando una nuova figura lavorativa di grande importanza nell'analisi delle nuove tecnologie: il *Data Scientist*¹⁹⁶, che si ritiene debba essere implementato anche nella nostra Organizzazione. Per fare questo la Difesa dovrà prendere decisioni importanti, in particolare dovrà essere in grado di raggiungere un'indipendenza strategica dalle grandi compagnie, per lo più statunitensi o cinesi nell'ambito tecnologico, che va dai *Big Data* di Google, alle reti telefoniche 5G cinesi (ad es. Huawei), fino all'importazione dei *microchip* taiwanesi. Proprio in quest'ottica, la Commissione Europea ha recentemente approvato l'atto di legge *European Chips Act* con lo scopo di creare un sistema europeo d'eccellenza nella produzione di *chip* per eliminare la dipendenza dai mercati asiatici.

Nella stessa ottica si dovrà iniziare un processo di raccolta e analisi dei *Big Data* indipendente e interforze su piattaforme di proprietà e non fare più affidamento sui colossi del settore, legati direttamente o indirettamente ad altri governi, che potrebbero improvvisamente chiudere o limitare l'accesso alle piattaforme digitali in momenti di tensione o di crisi. Analogo ragionamento è applicabile agli algoritmi di DL, che sono disponibili anche *open source*, e una volta implementati e utilizzati non vi sarebbe più il rischio di "perderli".

Per questo motivo i *Big Data* devono essere considerati, più dell'algoritmo in sé, un bene prezioso che, come tale, può venir preso di mira da *cyber* attacchi¹⁹⁷. Appare

193 Mauro Bellini, Big data: cosa sono, come utilizzarli, soluzioni ed esempi applicativi, <https://www.bigdata4innovation.it/big-data/big-data-analytics-data-science-e-data-scientist-soluzioni-e-skill-della-data-driven-economy/>.

194 Redazione Backtowork, Advanced Analytics, il segreto del successo è nei dati, <https://www.backtowork24.com/news/advanced-analytics-il-segreto-del-successo-e-nei-dati>.

195 *European Chips Act*: ad inizio 2022 la Commissione Europea, guidata da Ursula Von der Leyen, ha esplicitato l'intenzione di raggiungere l'autonomia nel mercato dei *chips*, per far fronte alla crisi di mercato di questi materiali chiave per lo sviluppo tecnologico dell'Europa. Allo stesso modo e in scia a questa decisione di indipendenza europea, anche la Difesa italiana deve raggiungere una autonomia nel campo dei *Big Data* e *Advanced Analytics*.

196 Figura professionale che si occupa di modellizzare problemi complessi ed estrarre informazioni di valore dai dati, attraverso l'utilizzo di modelli matematico-statistici e/o modelli di *apprendimento* automatico.

197 Sulle caratteristiche e l'entità della minaccia informatica sui dati si consiglia: ENISA, Threat Landscape 2021, ottobre 2021.

evidente che, nel momento in cui la Difesa decida di fare affidamento sull'IA e sui *Big Data* per riformare il mondo della PME, occorrerà comprenderne a fondo le implicazioni in termini di sicurezza e soprattutto sviluppi delle *best practices* che possano mitigare i rischi assunti.

I mezzi di protezione dei *Big Data*, in linea di principio, non differiscono molto dai tradizionali sistemi di sicurezza dei dati. Le principali differenze riguardano, infatti, le caratteristiche addizionali che i *Big Data* presentano rispetto ai dati "tradizionali": la natura delle informazioni raccolte, l'infrastruttura usata per archiviare questi dati, le tecnologie utilizzate per analizzarli e metterli a sistema. Poiché la priorità principale è offrire velocità¹⁹⁸ per un grande volume di dati, spesso la sicurezza può essere l'ultimo fattore ad essere considerato, principalmente perché non esiste una classificazione di sicurezza specifica dei dati da archiviare e trasferire.

L'integrazione di diverse DTs introduce nuove sfide che devono essere adeguatamente affrontate, di solito suddivise specificatamente in base al tipo di tecnologia. Nel caso in cui i *Big Data* supportino infrastrutture critiche (un esempio lampante è l'applicazione all'area della Difesa e della PME), anche la sicurezza diventa un requisito essenziale. Poiché i sistemi di archiviazione sono complessi ed eterogenei, l'approccio alla sicurezza deve essere olistico per garantire disponibilità e continuità dei servizi. Sarà necessario quindi implementare all'interno dell'Organizzazione delle misure di mitigazione del rischio raggruppabili in 5 macroaree.

Bisognerà innanzitutto considerare una *crittografia forte*: la gestione sicura dei dati è di grande importanza, poiché riguarda sia l'archiviazione che la distruzione dei dati. La crittografia è una misura di mitigazione chiave per garantire che solo le persone e le entità autorizzate abbiano accesso ai dati. Sarà necessario crittografare i dati sia durante il loro utilizzo da parte dell'algoritmo, sia quando inattivi, allo scopo di garantire riservatezza e integrità degli stessi. Di pari passo, alla necessità di cifrare una grande mole di dati, sarà necessario gestire in maniera organica le chiavi di cifratura, poiché un utilizzo estensivo dei *Big Data* nell'ambito della PME comporterà la necessità di rendere sicuri un gran numero di *devices*, molti di proprietà dell'utente. Bisognerà

198 Per descrivere le caratteristiche fondamentali dei *Big Data* vengono prese in considerazione le "4 V": Volume, ad indicare la dimensione dei dati, *Velocity*, ad indicare la velocità con la quale vengono elaborati i dati, *Variety*, significa che i dati vengono estratti da varie fonti e possono essere non strutturati o semistrutturati e *Veracity*, intendendo la fiducia che viene riposta nei dati. Alle prime tre "V" viene spesso attribuito anche il significato di *Value*, riferito alla ricchezza intrinseca, economica e sociale, incorporata in qualsiasi *set* di dati, *Volatility* riferito alla tendenza delle strutture dati a cambiare nel tempo e *Validity*, che si riferisce all'adeguatezza dei dati all'uso previsto.

quindi progettare sin da subito un sistema di sicurezza per il *database*, ad esempio segregando i dati considerati confidenziali e programmando il tempo di archiviazione dei dati raccolti a seconda del loro livello di “classifica”.

Un tema che sarà molto importante sarà quello dei *controlli di sicurezza* delle applicazioni e degli algoritmi utilizzati: la PME si dovrà mettere al riparo dai cd. *Supply Chain Attacks*¹⁹⁹. L'utilizzo di applicazioni mutate dal mondo commerciale e dalle università, come nel caso dei suggerimenti proposti nel paragrafo precedente, dovrà necessariamente comportare una struttura di approvvigionamento e delle procedure di verifica che possano garantire la sicurezza della *supply chain*: procedure di *procurement* dedicate e *test* di sicurezza sui codici utilizzati saranno la base per garantire l'integrità dei dati.

Il sistema di gestione dei dati dovrà rispondere inoltre ai più stringenti *standard di certificazione*, sul modello di quelli contenuti nella lista edita da ENISA relativa all'utilizzo del *cloud computing*²⁰⁰.

La chiave per la “costruzione” di un *dataset*, che sia effettivamente utilizzabile dalle piattaforme di IA suggerite in precedenza, è sicuramente una rete di acquisizione ampia e *multisource*. Con l'evoluzione della tecnologia non sappiamo quali e quanti saranno le fonti e i sensori che potranno fornire dati utili per la costruzione di un “*Big Data della Difesa*” e, pertanto, sarà fondamentale applicare e progettare un adeguato *source filtering*. Solo sistemi certificati e affidabili dovranno fornire i dati necessari, mentre quelli inaffidabili o malevoli dovranno essere esclusi. L'Organizzazione si dovrà quindi far carico di validare l'autenticità di ogni sorgente che genera dati: dovranno essere utilizzate periferiche che supportano le procedure di autenticazione e dovranno essere utilizzate procedure di sicurezza adeguate e sempre aggiornate.

Una delle più grosse sfide sarà garantire il controllo degli accessi degli utenti autorizzati: con le nuove tecnologie, come ad esempio l'IoT, sarà necessario garantire l'accesso anche a nuovi utenti come sensori e applicazioni. “Aprire” la rete a un numero così elevato e disomogeneo di profili potrà creare nuove vulnerabilità ad attacchi *cyber*: ancora una volta la soluzione sarà quella di utilizzare solo sistemi in grado di offrire un elevato livello di autenticazione e prodotti di terze parti che possano garantire questa funzionalità.

199 A tal proposito è illuminante la lettura della monografia dedicata a questo tipo di *cyber* attacchi pubblicata dall'agenzia dell'Unione Europea per la Cybersecurity (ENISA): ENISA, Threat Landscape for Supply Chain Attacks, luglio 2021.

200 <https://www.enisa.europa.eu/news/enisa-news/enisa-cloud-certification-schemes-metaframework>.

Ultima misura di mitigazione del rischio è quella che riguarda il “registro delle interazioni” con il *Big Data*: tutte le applicazioni e gli algoritmi utilizzati nel complesso ambito della PME dovranno interagire continuamente con il *set* di dati, traendone informazioni e soprattutto interagendo con esso, ampliandolo e modificandolo. Per poter garantire la tracciabilità e, soprattutto, per valutare l’efficacia del *Big Data* sarà necessario archiviare tutte le interazioni avvenute in maniera sicura. Dovrà essere quindi progettato un sistema che possa tenere in debito conto le “transazioni” avvenute, assegnando loro un valore in una scala di priorità, in modo che possano essere prontamente utilizzate nel caso di bisogno.

Sarà quindi di fondamentale importanza considerare sin da subito l’aspetto sicurezza nell’adozione delle DTs nell’ambito della PME, in quanto la raccolta e l’utilizzo di dati così vasti e variegati che riguardano il personale militare costituiranno un *asset* strategico sul quale la Difesa dovrà fare sicuro affidamento. Tale risorsa porterà notevoli vantaggi all’Organizzazione, ma, qualora non adeguatamente protetta, costituirà una minaccia rilevante.

CONCLUSIONI

Negli ultimi decenni il progresso tecnologico ha acquisito una rilevanza sempre più determinante nell'evoluzione dei prodotti e dei servizi presenti sul mercato e dei relativi processi di produzione e distribuzione. Questo fenomeno è ancora più evidente quando le novità vengono introdotte dalle cosiddette *Disruptive Technologies*, che hanno la caratteristica di avviare nel mercato dei cambiamenti radicali, talvolta rivoluzionari, con effetti "dirompenti" sulle modalità di fruizione di prodotti e servizi. L'innovazione ha coinvolto anche la formazione: ha reso possibile l'insegnamento a distanza, la condivisione di lezioni *online* e cambiato radicalmente il rapporto fra insegnante e discente. Le nuove modalità d'insegnamento e di apprendimento si sono rivelate fondamentali e si sono evolute durante il periodo pandemico. Le scuole di ogni ordine e grado e le università hanno continuato a offrire i loro servizi a beneficio di migliaia di studenti, garantendo una formazione flessibile e di qualità. L'evoluzione tecnologica ha agevolato anche la *Professional Military Education*, permettendo agli Istituti di formazione, ad esempio le Scuole Militari, le Accademie e il Centro Alti Studi per la Difesa, di continuare a operare e a formare il personale militare in modalità "a distanza". Le potenzialità offerte dalle *Disruptive Technologies* non si limitano al *distance learning* o alla condivisione di lezioni su piattaforme digitali, ma sono in grado di rivoluzionare le modalità d'insegnamento e di apprendimento. Partendo da questo presupposto, sono stati individuati possibili punti di connessione fra le *Disruptive Technologies* e le peculiarità della *Professional Military Education* che la Difesa può utilizzare per offrire una formazione sempre più agile, flessibile e personalizzata. Alcune aziende private ed università usano delle applicazioni basate sull'Intelligenza Artificiale per la somministrazione di corsi, per la protezione di dati e informazioni e per la valutazione dell'apprendimento. Le interviste effettuate a due specialisti del settore hanno confermato che si tratta di un *trend* in continua crescita e l'Intelligenza Artificiale agirà da moltiplicatore delle capacità umane. La Difesa ha da sempre investito ingenti risorse nel campo della formazione, consapevole del fatto che è fondamentale poter fare affidamento su personale qualificato e munito di un solido bagaglio di competenze, esperienze e valori. La risorsa umana è l'elemento chiave per la Difesa ed è per questo che il *lifelong* e il *lifewide learning* rappresentano i due pilastri della *Professional Military Education*. Immaginando gli sviluppi futuri, si è partiti con l'idea di arrivare, nel breve periodo, all'*adaptive learning* per sfruttare le potenzialità dell'attuale rivoluzione tecnologica nella formazione militare. Per ottenere questo obiettivo si è delineato un percorso di evoluzione della *Professional Military*

Education che, attraverso l'utilizzo di modelli di *assessment* (*microlearning*, *microtesting* e *continuous learning*) e con l'ausilio dei *recommendation systems*, consenta di raggiungere in un prossimo futuro il *predictive learning*. L'Intelligenza Artificiale sarà in grado di offrire una formazione personalizzata, basata sulle caratteristiche dell'individuo e allo sviluppo delle *soft skills*, quelle competenze multidimensionali che necessitano di essere integrate nell'apprendimento permanente. L'applicazione delle *Disruptive Technologies* analizzate nella ricerca sarà d'ausilio sia agli studenti, che potranno sfruttarle per facilitare l'apprendimento, sia ai formatori, che potranno impiegarle per rendere l'insegnamento più flessibile e personalizzato. La vera sfida sarà quella del lavoro sul potenziale che, attraverso il *predictive learning*, consentirà di prevedere con ampio anticipo le *skills* che il personale dovrà sviluppare per poter soddisfare al meglio le future esigenze della Difesa. La formazione non terrà solo conto dei bisogni immediati, ma anche di quelli "latenti", ovvero delle esigenze che la Difesa avrà nel medio e lungo periodo, in modo da anticipare i cambiamenti futuri e predisporre programmi di studio sempre al passo con l'evoluzione del contesto operativo e con le nuove tecnologie. L'utilizzo dei *Predictive Learning Analytics* per l'analisi continua dei dati storici consentirà di identificare modelli e tendenze da integrare nella *Professional Military Education*: è questo il traguardo che la Difesa dovrà raggiungere per offrire una formazione sempre più competitiva e in grado di sviluppare le competenze necessarie per affrontare un ambiente operativo in continua evoluzione. Si renderà necessario implementare degli algoritmi che utilizzano l'Intelligenza Artificiale per disegnare *iter* formativi *ad hoc* che tengano conto dei *requirements* non solo del presente, ma soprattutto di quelli futuri, in modo da rendere lo strumento militare capace di "anticipare" predittivamente il cambiamento, preparandolo a operare in ambienti in rapida trasformazione. A tali algoritmi andranno affiancate delle applicazioni che utilizzano la *blockchain* al fine di potenziare le capacità di gestione e protezione di dati sempre più fruibili e protetti da attacchi *cyber*. L'impiego delle nuove tecnologie necessita della creazione di un *Big Data* a livello interforze vasto e dettagliato per sfruttare appieno le potenzialità dell'Intelligenza Artificiale e delle applicazioni derivate. La Difesa è chiamata a investire sulle *Disruptive Technologies*: la professionalità dello strumento militare del futuro dipenderà dalla formazione e dal corretto sfruttamento delle tecnologie emergenti, che costituiscono un'opportunità da cogliere e integrare nella *Professional Military Education*. Questa può essere la strada percorribile per formare uno strumento militare flessibile e professionale, pronto ad affrontare con successo tutte le sfide del futuro.

BIBLIOGRAFIA

1. Libri

- Amicucci Franco, *Apprendere nell'Infosfera: Esperienzialità e nuove frontiere della conoscenza*, Franco Angeli s.r.l., Milano, 2021.
- Dalli Daniele e Romani Simona: *Il comportamento del consumatore, Acquisti e consumi in una prospettiva di marketing*. ed. FrancoAngeli, Italia, 2016.
- Viale Riccardo: *La cultura dell'innovazione. Comportamenti e ambienti innovativi*. ed. Il Sole 24 ore, Italia, 2008.
- Bucchi Massimiliano: *Per un pugno di idee. Storie di innovazioni che hanno cambiato la nostra vita*, ed. Bompiani, tre edizioni, Italia, 2016.
- Eriksen Thomas Hylland: *Fuori controllo. Un'antropologia del cambiamento accelerato*. ed. Maverick, Einaudi, Italia, 2017.
- Grando Alberto e Vicari Salvio: *Gestione della tecnologia, dell'innovazione e delle operations*. ed. EGEA, Italia, 2019.
- De Pra Maurizio: *Finalmente ho capito l'economia*. ed. Vallardi editore, Italia, 2015.
- Schilling Melissa e Izzo Francesco: *Gestione dell'innovazione*. ed. McGraw-Hill Education, USA, 2013.
- Zinole Anna: *Nuovi stili di consumo in tempi di crisi. 10 tendenze emergenti*. ed. Il Sole 24 Ore, Italia, 2012.
- Marchetti Angelo Luigi e Tesi Tiberio : *L'imprenditore e il manager, Costruire una sintonia per far nascere le PMI*. ed. Egea editori. Italia, 2021.
- Downes Larry e Nunes Paul: *Big Bang disruption. L'era dell'innovazione devastante*. ed. Egea editori, Italia 2017.
- Lee K.F., *AI Superpowers: China, Silicon Valley and the New World Order*. Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company, Boston, 1 dicembre 2018.
- Marcus G., e Davis E. *Rebooting AI: Building artificial intelligence we can trust*, Pantheon, New York, 2019.
- Guarascio Dario e Sacchi Stefano: *Digitalizzazione, automazione e futuro del lavoro, INAPP (Istituto Nazionale per l'Analisi delle Politiche Pubbliche)*, 2017.

- Giaume Alessandro: *Intelligenza Artificiale, dalla sperimentazione al vantaggio competitivo*. ed Milano: FrancoAngeli s.r.l., 2018.
- Daugherty Paul R. & Wilson James H.: *Human + Machine - Ripensare il lavoro nell'età dell'Intelligenza Artificiale*. Milano: Guerini Next Srl, 2019.

2. Pubblicazioni e documenti

- McCarthy J., Minsky M. L., Rochester N. e Shannon C. E., A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, Vol. 27, No. 4, pp. 12–14, 2006.
- Russell S. e Norvig P., *Artificial Intelligence: A modern approach*, 3rd edition. Boston, 2016.
- Zhong Y. X., A cognitive approach and AI research. *2006 5th IEEE International Conference on Cognitive Informatics*, Vol. 1, pp. 90-100. 2006.
- Luckin R., Holmes W., Griffiths M. e Forcier L.B., *Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education*, Pearson, Londra 2016, in <https://static.googleusercontent.com/media/edu.google.com/it//pdfs/Intelligence-Unleashed-Publication.pdfFiles/about-pearson/innovation/open-ideas/Intelligence-Unleashed-v15-Web.pdf> (accesso effettuato il 15/12/2021).
- COMEST (UNESCO World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology) Preliminary Study on the Ethics of Artificial Intelligence, Parigi, 2019, in: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367823> (accesso effettuato il 18/12/2021).
- Säuberlich F., e Nikolić D., AI without machine learning. *Teradata Blog*, febbraio 2018, in <https://www.teradata.com/Blogs/AI-without-machine-learning> (accesso effettuato il 10/12/2021).
- Baker T., Smith L., e Anissa N., *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*. NESTA, 2019. Su: <https://www.nesta.org.uk/report/education-rebooted/> (accesso effettuato il 11/12/2021).
- Ahalt S. e Fecho K., *Ten Emerging Technologies for Higher Education*. RENCI, University of North Carolina at Chapel Hill, 2015, in <http://dx.doi.org/10.7921/G0PN93HQ> (accesso effettuato il 03/02/2022).
- Casagrande Paolo, Metta Sabino, *Sistemi di raccomandazione: intelligenza artificiale, Deep Learning e personalizzazione dei contenuti*, Rai- Centro Ricerche, Innovazione

Tecnologica e Sperimentazione, gennaio 2020, in <http://www.crit.rai.it/eletel/2020-1/201-8.pdf> (accesso effettuato il 03/02/2022).

- Cedefop, Linee guida europee per la convalida dell'apprendimento non formale e informale, Lussemburgo, 2016.
- Commissione delle Comunità Europee, Memorandum sull'istruzione e la formazione permanente, Bruxelles, ottobre 2000, in https://archivio.pubblica.istruzione.it/dg_postsecondaria/memorandum.pdf (accesso effettuato il 04/01/2022).
- Commissione Europea, "Libro Bianco sull'intelligenza artificiale - Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia", febbraio 2020.
- Deloitte Access Economics, Soft skills for business success, maggio 2017.
- Ferrari Maurizio, Cremonesi Paolo, Jannach Dietmar, Are we really making Much progress? A worrying Analysis of recent neural recommendation approaches, agosto 2019.
- Stanford University, Artificial intelligence and life in 2030, 2016 <https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2016-09/apo-nid210721.pdf>.
- McCarthy John, What is artificial intelligence?1998 <http://www-formal.stanford.edu/jmc/whatisai.pdf>.
- Longo Giuseppe O.: Il test di Turing - Storia e Significato. Mondo Digitale, Articolo 1, 2009 <https://disf.org/files/doc/longo-test-turing.pdf>.
- Anderson L. W. & Bloom B. S., A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives, Longman, 2001.
- Bloom B. S., Taxonomy of educational objectives, Vol. 1: Cognitive domain, McKay, 1956.
- Searle John The behavioral and brain sciences (3, 417-457), USA 1980 <https://www.law.upenn.edu/live/files/3413-searle-j-minds-brains-and-programs-1980pdf>.
- Rossi Francesca: L'Intelligenza Artificiale. Padova: Università di Padova, 2018. <https://www.math.unipd.it/~frossi/acca1.2.pdf>.
- Microsoft Finland: Uncovering AI in Finland. Helsinki 2018 https://info.microsoft.com/rs/157-GQE-382/images/Uncovering%20AI%20in%20Finland_2018.pdf.
- Orseau Laurent & Armstrong Stuart: Safely Interruptible Agents. Londra: Google DeepMind 2016. <https://intelligence.org/files/Interruptibility.pdf>.

- Grech Alexander & Camilleri Anthony F.: Blockchain in Education, European commission Joint research centre, 2017. [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education\(1\).pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC108255/jrc108255_blockchain_in_education(1).pdf).
- Lt. Gen. Roberson Darryl L. e Dr. Stafford Matthew C., “*The redesigned Air Force continuum of learning*”, Lemay Papers, Air University Maxwell, Alabama.
- Agenzia Nazionale Politiche Attive del Lavoro (ANPAL), Rapporto italiano di referenziazione delle qualificazioni al quadro europeo EQF (Aggiornamento: 2020 - Manutenzione: 2020).
- Stato Maggiore della Difesa (SMD) - FORM 001, Direttiva sulla formazione del personale Militare, ed. 2020.
- Stato Maggiore della Difesa (SMD) - FORM 010, Direttiva per la ricerca e la formazione della Difesa, ed. 2020.
- Stato Maggiore dell'Esercito (SME) - Direttiva 7047, Linee guida sulla formazione del personale dell'Esercito, ed.2021.
- Stato Maggiore della Marina (SMM) - FORM 001, Direttiva sulla formazione di base del personale militare.
- Stato Maggiore Aeronautica (SMA) - ORD 45, Direttiva sulla formazione del personale militare dell'Aeronautica.
- Stoker Geoff, Arnold Todd e Maxwell Paul, “Using Virtual Machines to Improve Learning and Save Resources in an Introductory IT Course, Department of Electrical Engineering and Computer Science”, United States Military Academy, ottobre 2013.
- The Cegos Observatory Barometer 2021, Transformation, Skills & Learning in Italy and abroad, Cegos, dicembre 2021.
- UNESCO, AI and education: Guidance for policy-makers, Parigi, 2021.

3. Articoli internet

- Amicucci Franco, Nuovi scenari per l'apprendimento. Verso le Digital Learning cities, <https://imparadigitale.nova100.ilsole24ore.com/2021/10/22/nuovi-scenari-per-lapprendimento-verso-le-digital-learning-cities/>.

- Amicucci Franco, L'Intelligenza Artificiale rivoluzionerà l'apprendimento nel prossimo decennio?, <https://www.ilsole24ore.com/art/l-intelligenza-artificiale-rivoluzionera-apprendimento-prossimo-decennio-AD86DsK>.
- EDA. EUROPA.EU-High level conference apr. 21. <https://eda.europa.eu/news-and-events/news/2021/04/20/high-level-conference-discussed-impact-of-emerging-disruptive-technologies-on-defence>.
- Batini Federico, Apprendimento formale, non formale, informale, <http://pratika.net/wp/risorse/apprendimento-formale-non-formale-informale/>.
- Battaglia Marco, "A scuola di Difesa. Mattarella apre l'anno accademico del CASD", <https://formiche.net/2021/10/casd-mattarella-guerini/>.
- Burns Ed, In-depth guide to machine learning in the enterprise, <https://www.techtarget.com/searchenterpriseai/In-depth-guide-to-machine-learning-in-the-enterprise>.
- Caporarello Leonardo, Scuola phygital, <https://www.viasarfatti25.unibocconi.it/notizia.php?idArt=23309>.
- Cavalli Francesca, L'Intelligenza Artificiale applicata alla formazione aziendale, <https://www.gofluent.com/blog/lintelligenza-artificiale-applicata-alla-formazione-aziendale>.
- European Skills, Competences, Qualifications and Occupations (ESCO), Skill reusability level, https://ec.europa.eu/esco/portal/escopedia/Cross-sector_skills_and_competences.
- Feathers T., Flawed Algorithms Are Grading Millions of Students' Essays, https://www.vice.com/en_us/article/pa7dj9/flawed-algorithms-are-grading-millions-of-students-essays
- Ferrario Matteo, *Adaptive Learning*: la rivoluzione del mondo dell'apprendimento, <https://www.dyndevce.com/it/news/adaptive-learning-la-rivoluzione-del-mondo-dell-apprendimento-ELN-1508/#4>.
- Goffredi Alfredo, Intelligenza Artificiale ed E-learning: a che punto siamo?, <https://www.froglearning.it/intelligenza-artificiale-ed-e-learning>.
- Hes Dale, 5 reasons why soft skills are more important than ever, <https://www.oxbridgeacademy.edu.za/blog/5-reasons-soft-skills-important-ever/>.
- INVALSI, Intelligenza Artificiale: sfide e opportunità per la Scuola del futuro, <https://www.invalsiopen.it/intelligenza-artificiale-sfide-opportunita-scuola/>.

- Letture.org, Intervista a Franco Amicucci, <https://www.letture.org/apprendere-nell-infosfera-esperienzialita-e-nuove-frontiere-della-conoscenza-franco-amicucci>.
- Letture.org, L'educazione del futuro: gamification, robot e blockchain, <https://www.letture.org/apprendere-nell-infosfera-esperienzialita-e-nuove-frontiere-della-conoscenza-franco-amicucci>.
- Licata Patrizia, Soft skill: che cosa sono e perchè sono diventate le vere protagoniste della digital transformation, <https://www.digital4.biz/hr/hr-transformation/soft-skill-che-cosa-sono-perche-svilupparle>.
- Maci Luciana, Disruptive innovation: significato e breve storia dell'approccio all'innovazione che travolge le aziende, <https://www.economyup.it/innovazione/disruptive-innovation-significato-e-breve-storia-dellapproccio-allinnovazione-che-travolge-le-aziende/>.
- Oltremeta, Studiare per lavorare, <https://oltremeta.it/studiare-per-lavorare/adaptive-learning>.
- PMF Research, IA nell'e-learning: stato dell'arte e prospettive future, <https://www.pmf-research.eu/intelligenza-artificiale-e-learning/>.
- Provino Andrea, *Recommender system*, <https://andreaprovino.it/recommender-systems/>.
- Rutschman Ana Santos, Artificial intelligence can now emulate human behaviors – soon it will be dangerously good, <https://theconversation.com/artificial-intelligence-can-now-emulate-human-behaviors-soon-it-will-be-dangerously-good-114136>.
- Savini Alessandro e Mattera Danilo, Emerging and disruptive technologies: quale impatto per la Nato. Geopolitical briefs, 30 dicembre 2020, <https://www.centrostudiesercito.it/doc/Geopolitical-Brief-14-Emerging-Disruptive-Technologies.pdf>.
- Luckin R., and Holmes W., AI Is the New TA in the Classroom. Su: <https://www.howwegettonext.com/a-i-is-the-new-t-a-in-the-classroom/>.
- Mazario Margherita, Riflessioni itineranti sulla didattica a distanza, <https://www.edscuola.eu/wordpress/?p=133004>, 29 luglio 2020.
- Chiesa Paola, Disruptive Innovation nella Pubblica Amministrazione, www.mapsgroup.it/6memes/disruptive-innovation-pubblica-amministrazione, 2016.
- PriceWaterhouseCoopers (PWC): What's the real value of AI for your business and how can you capitalise?, Londra, 2017

<https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>.

- PriceWaterhouseCoopers (PWC): AI predictions - 8 Insight to shape business strategy, Londra, 2018 <https://www.pwc.es/es/home/assets/ai-predictions-2018-report.pdf>.
- Mason Hilary : How AI Fits into your Science Team - What it can, and cannot, do for your organization, Harvard Business Review 2017. <https://hbr.org/2017/07/how-ai-fits-into-your-data-science-team>.
- Hao Karen: The rare form of Machine Learning that can spot hackers who have already broken in, MIT technology review 2018. https://www.technologyreview.com/s/612427/the-rare-form-of-machine-learning-that-can-spot-hackers-who-have-already-broken-in/?utm_medium=tr_social&utm_campaign=site_visitor.unpaid.engagement&utm_source=Facebook&fbclid=IwAR2qbMslUfhKownluUhGz_WuvHDS9e80.
- Nakamoto Satoshi: Bitcoin P2P e-cash paper, 2008. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Powell Matt, 5 modi in cui l'Intelligenza Artificiale rivoluzionerà la formazione aziendale, <https://www.docebo.com/it/learning-network/blog/come-lintelligenza-artificiale-rivoluzionera-la-formazione-aziendale/>.
- Rivoltella Pier Cesare, Franco Amicucci e Pier Giuseppe Rossi, Apprendere dopo il Covid, <https://www.ilsole24ore.com/art/apprendere-il-covid-AEknxAAB>.

4. Altri siti

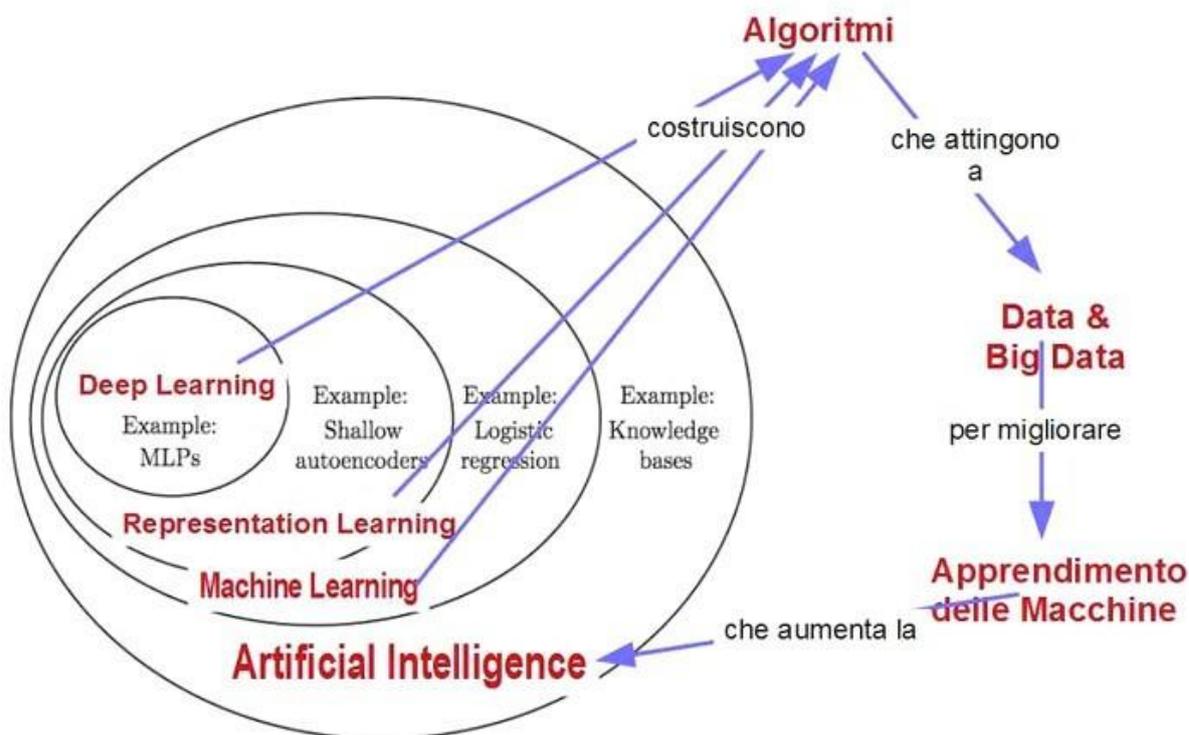
- EDA High-level conference: impact of emerging disruptive technologies on defence (20 aprile 2021), <https://eda.europa.eu/news-and-events/news/2021/04/20/high-level-conference-discussed-impact-of-emerging-disruptive-technologies-on-defence>.
- Ministero del Lavoro e delle politiche sociali (accesso effettuato il 20/01/2022) www.lavoro.gov.it/temi-e-priorita/orientamento-e-formazione/focus-on/Formazione/Pagine/formazione-permanente.aspx.
- Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Educazione, la Scienza e la Cultura, UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000199187?1=null&queryId=2cecf7e3-a182-4a15-8f38-44bafd8fa0eb>.
- COE - Consiglio di Europa (accesso effettuato il 12/02/2022) www.coe.int.

- How to Apply Revised Bloom's Taxonomy to ELearning Courses, <https://yourelearningworld.com/how-to-apply-revised-blooms-taxonomy-to-elearning-courses>, 2016.
- Dr. Solis Mariusz, NATO Headquarters, *DEEP, strategy for distance learning support* <https://www.ndc.nato.int/news/news.php?icode=1620#>.
- Sito Ufficiale dell'Unione Europea (accesso effettuato il 5/02/2022).
- Digital RBT, www.researchgate.net/publication/228381038_Bloom's_Digital_Taxonomy.
- <https://europa.eu/europass/it/european-qualifications-framework-eqf>.
- CFP Trissino, scuola di formazione professionale (accesso effettuato il 26/02/2022) <https://www.cfptrissino.it/2019/01/25/cose-quadro-europeo-delle-qualifiche-eqf/#:~:text=EQF%3A%20definizione%20ed%20obiettivi,interpretarle%20secondo%20un%20codice%20condiviso>.
- Il portale dell'Intelligenza Artificiale, <https://www.intelligenzaartificiale.it/>.
- <https://www.mturk.com>.
- <https://www.ft.com/content/a4b6e13e-675e-11e5-97d0-1456a776a4f5>.
- <https://ec.europa.eu/esco/portal>.
- <https://moodle.org>.
- <https://open.edx.org>.
- <https://www.khanacademy.org>.
- <https://alefeducation.com>.
- <https://www.aleks.com>
- <https://www.carnegielearning.com>.
- <https://qubena.com>.
- <https://riiidlabs.ai/>.
- <http://squirrelai.com>.
- <https://www.pearsonassessments.com/store/usassessments/en/Store/Professional-Assessments/Academic-Learning/WriteToLearn/p/100000030.html>.
- <https://www.ets.org/erater/about>.
- <https://www.turnitin.com/it>.
- <https://tesla-project.eu>.
- <https://www.gamification.it/>.
- <https://globalgamejam.org/>.

Elenco degli acronimi

ADL	Advanced Distributed Learning
AR	Augmented Reality
AWE	Automated Writing Evaluation
BDAA	Big Data & Advanced Analytics
CASD	Centro Alti Studi per la Difesa
CNN	Convolutional Neural Network
DaD	Didattica a Distanza
DBTS	Dialogue-based Tutoring Systems
DEEP	Defence Education Enhancement Program
DL	Deep Learning
DT	Disruptive Technology
EDA	European Defence Agency
ELE	Exploratory Learning Environments
EQF	European Qualification Framework
GPU	Graphics Processing Unit
IA	Intelligenza Artificiale
IDC	International Data Corporation
ITS	Intelligent Tutoring Systems
KLT	Key Leader Training
LNO	Learning Network Orchestrators
MOOC	Massively Open Online Course
ML	Machine Learning
NLP	Natural Language Processing
PME	Professional Military Education
QNQ	Quadro Nazionale delle Qualificazioni
RBT	Revised Bloom's Taxonomy
RNN	Recurrent Neural Network
RS	Recommendation Systems
SOSS	Scuola Superiore ad Ordinamento Speciale
SPRU	Science Policy Research Unit
TQ	Tecnologie Quantistiche
VR	Virtual Reality

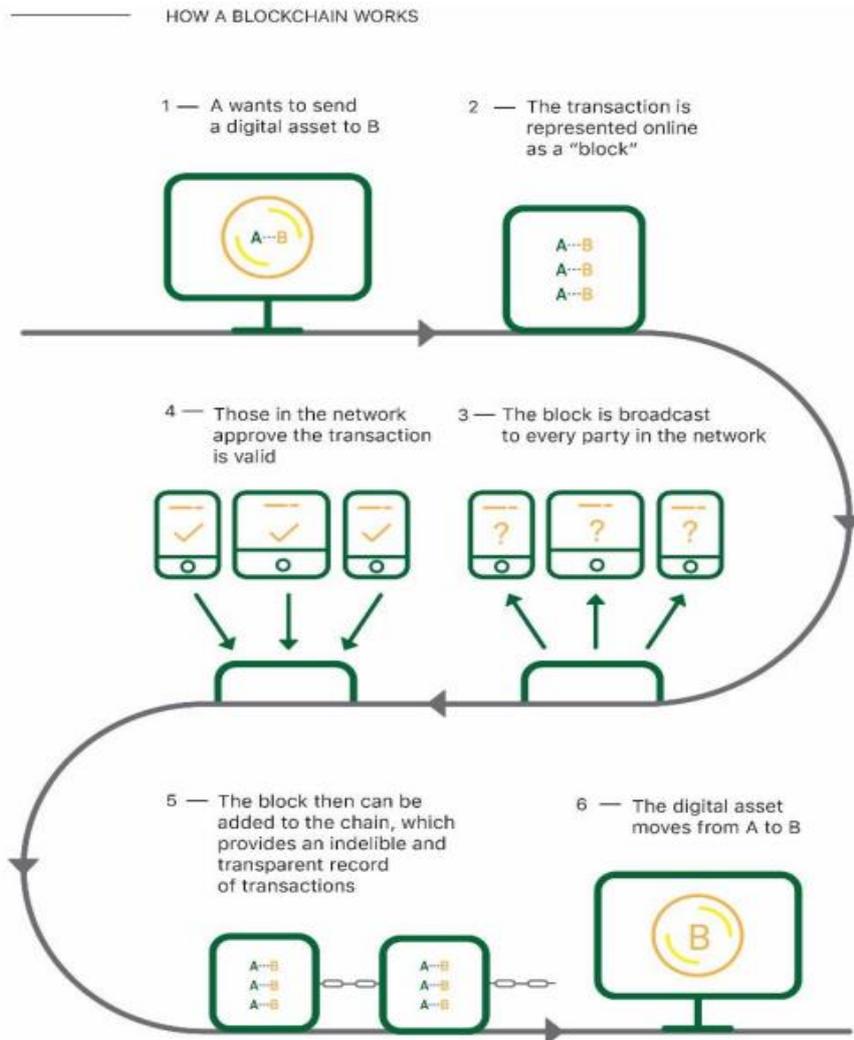
Grafici e tabelle



Fonte: “Deep Learning” di Goodfellow Ian, Bengio Yoshua, Courville Aaron The MIT Press (2016).

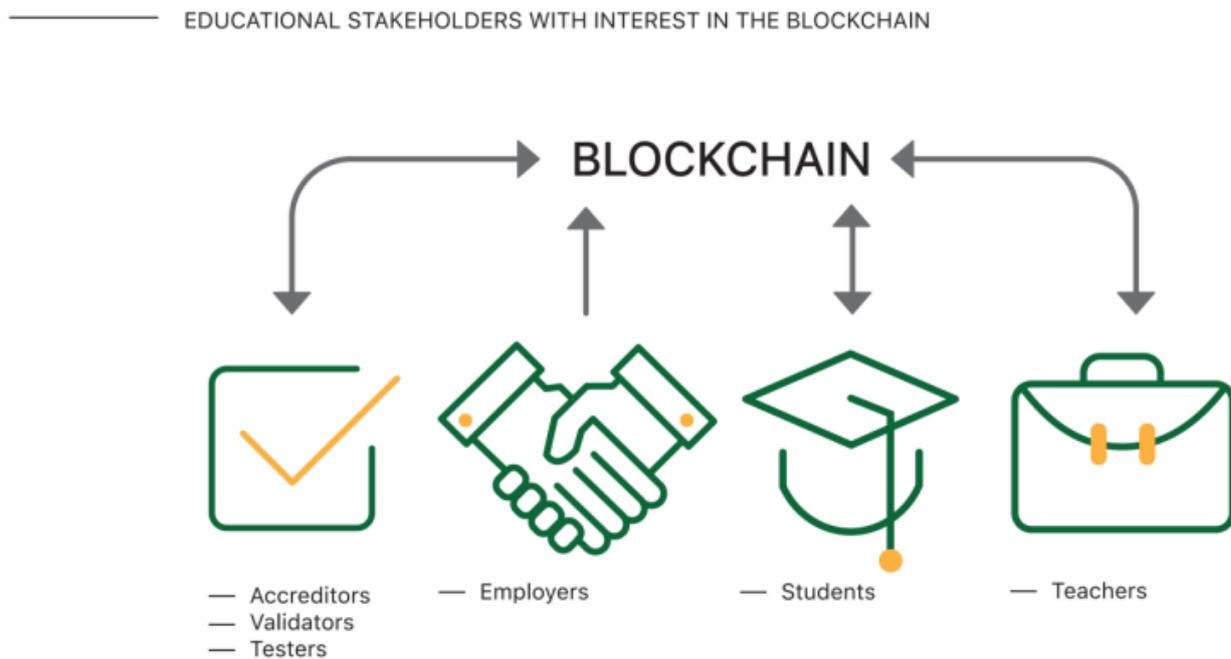
Fig. 1 - Diagramma di Venn²⁰¹

201 Il diagramma mette in evidenza il fatto che il Deep learning è una tipologia di “Representation learning”, la quale, a sua volta, è una tipologia di “Machine learning”, e tutte sono contenute all’interno del vasto campo della “Intelligenza artificiale”. Tutte queste tecniche hanno lo scopo di costruire algoritmi che traggono dati da vari ambiti (principalmente da Big Data) per migliorare l’apprendimento delle macchine e, quindi, la loro intelligenza.



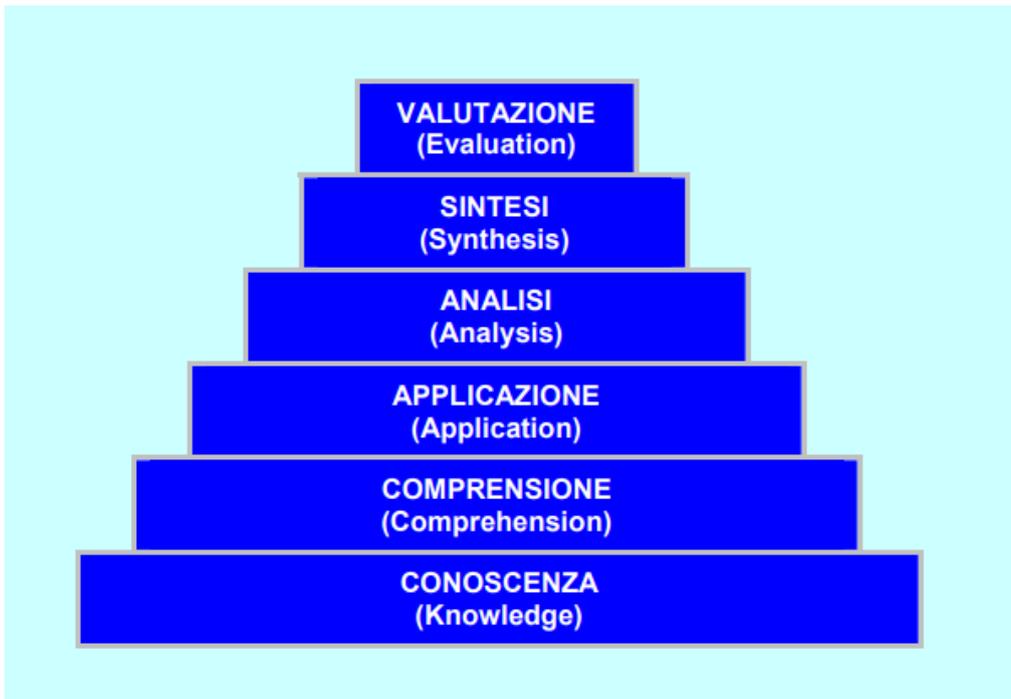
Fonte: **Ryan P.:** We need to figure out how to use the blockchain properly. This is why. (2017).

Fig. 2 - Diagramma funzionamento della *blockchain*.



Fonte: *Blockchain in Education* edita da European commission "Joint research centre" (2017).

Fig. 3 - Gli stakeholder di una blockchain nell'ambito della formazione.



Fonte: <https://www.psicologoacilia.it/tassonomia-obiettivi-educativi.html>.

Fig. 4 - Bloom's Taxonomy.



Fonte: <https://www.emathe.it/la-tassonomia-di-bloom-come-applicarla-allelearning>.

Fig. 5 - Revised Bloom's Taxonomy (RBT).

Bloom's taxonomy	Bloom's modified taxonomy	Bloom's extended digital taxonomy
		Sharing
Evaluation	Creating	Creating
Synthesis	Evaluating	Evaluating
Analysis	Analyzing	Conceptualizing
Application	Applying	Applying
Comprehension	Understanding	Connecting
Knowledge	Remembering	Doing

Fonte: <https://insegnantiduepuntozero.wordpress.com/2015/08/31/ricomincio-da-bloom>.

Fig. 6 - Digital Revised Bloom's Taxonomy (DRBT).

	CONOSCENZA	ABILITÀ	COMPETENZA (Responsabilità e Autonomia)
Livello 1	Generale di base.	Basilari necessarie per svolgere compiti semplici.	Lavorare o studiare sotto la diretta supervisione, in un contesto strutturato.
Livello 2	Pratica di base in un ambito lavorativo/studio.	Cognitive e pratiche di base necessarie per utilizzare le informazioni rilevanti al fine di svolgere compiti/risolvere problemi di <i>routine</i> , utilizzando regole/strumenti semplici.	Lavorare o studiare sotto la supervisione con una certa autonomia.
Livello 3	Fatti, principi, processi e concetti generali, in un ambito lavorativo/studio.	Cognitive e pratiche necessarie a svolgere compiti e risolvere problemi scegliendo e applicando metodi di base, strumenti, materiali e informazioni.	Assumersi la responsabilità per il completamento delle attività nel lavoro/studio. Adeguare il proprio comportamento alle circostanze nel risolvere problemi.
Livello 4	Pratica e teorica in ampi contesti, in un ambito lavorativo/studio.	Cognitive e pratiche necessarie a risolvere problemi specifici in un campo di lavoro o di studio.	Autogestione nell'ambito delle linee guida in contesti di lavoro/studio solitamente prevedibili, ma soggetti a cambiamenti. Supervisionare il lavoro di <i>routine</i> di altri, assumendosi una certa responsabilità per valutare e migliorare le attività lavorative/studio.

Fonte: SMD-FORM 001 - Ed. 2020.

Fig. 7 - Estratto Tabella riassuntiva qualifiche EQF.

LIVELLO	CONOSCENZE	ABILITA'	RESPONSABILITA'/AUTONOMIA
<i>Sub descrittori</i>	<i>Dimensione fattuale e/o concettuale</i> <i>Ampiezza e profondità</i> <i>Comprensione e consapevolezza</i>	<i>Abilità procedurali, pratiche, tecniche, professionali e settoriali</i> <i>Abilità cognitive, dell'interazione sociale e di attivazione</i>	<i>Responsabilità</i> <i>Autonomia</i> <i>Contesto</i>
1	Conoscenze concrete, di base, di limitata ampiezza, finalizzate ad eseguire un compito semplice in contesti noti e strutturati.	Utilizzare saperi, materiali e strumenti per svolgere un compito semplice, coinvolgendo abilità cognitive, relazionali e sociali di base. Tipicamente: CONCENTRAZIONE e INTERAZIONE	Svolgere il compito assegnato nel rispetto dei parametri previsti, sotto diretta supervisione nello svolgimento delle attività, in un contesto strutturato.
2	Conoscenze concrete, di base, di moderata ampiezza, finalizzate ad eseguire compiti semplici in sequenze diversificate.	Utilizzare saperi, materiali e strumenti per svolgere compiti semplici in sequenze diversificate, coinvolgendo abilità cognitive, relazionali e sociali necessarie per svolgere compiti semplici all'interno di una gamma definita di variabili di contesto. Tipicamente: MEMORIA e PARTECIPAZIONE	Eseguire i compiti assegnati secondo criteri prestabiliti, assicurando la conformità delle attività svolte, sotto supervisione per il conseguimento del risultato, in un contesto strutturato, con un numero limitato di situazioni diversificate.
3	Gamma di conoscenze, prevalentemente concrete, con elementi concettuali finalizzati a creare collegamenti logici. Capacità interpretativa.	Applicare una gamma di saperi, metodi, materiali e strumenti per raggiungere i risultati previsti, attivando un set di abilità cognitive, relazionali, sociali e di attivazione che facilitano l'adattamento nelle situazioni mutevoli. Tipicamente: COGNIZIONE, COLLABORAZIONE e ORIENTAMENTO AL RISULTATO	Raggiungere i risultati previsti assicurandone la conformità e individuando le modalità di realizzazione più adeguate, in un contesto strutturato, con situazioni mutevoli che richiedono una modifica del proprio operato.
4	Ampia gamma di conoscenze, integrate dal punto di vista della dimensione fattuale e/o concettuale, approfondite in alcune aree. Capacità interpretativa.	Applicare una gamma di saperi, metodi, prassi e procedure, materiali e strumenti, per risolvere problemi, attivando un set di abilità cognitive, relazionali, sociali e di attivazione necessarie per superare difficoltà crescenti. Tipicamente: PROBLEM SOLVING, COOPERAZIONE e MULTITASKING	Provvedere al conseguimento degli obiettivi, coordinando e integrando le attività e i risultati anche di altri, partecipando al processo decisionale e attuativo, in un contesto di norma prevedibile, soggetto a cambiamenti imprevisti.

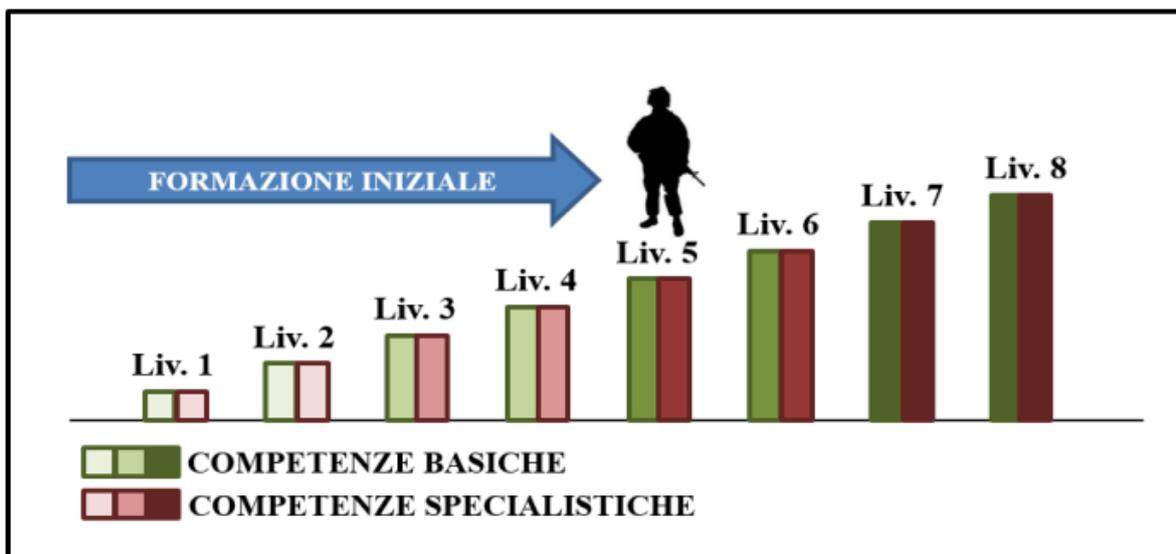
Fonte: Rapporto italiano di referenziazione delle qualificazioni al quadro EQF

Fig. 8 - Tabella riassuntiva qualifiche QNQ

LIVELLO EQF	Titolo/Qualificazione
1	Diploma conclusivo del primo ciclo di istruzione
2	Certificato competenze base in esito all'assolvimento dell'obbligo di Istruzione
3	Attestato di qualifica di operatore professionale (IeFP triennale)
4	Diploma liceale Diploma istruzione tecnica Diploma istruzione professionale Diploma professionale di tecnico (IeFP quadriennale) Certificato di specializzazione tecnica superiore (IFTS)
5	Diploma di tecnico superiore (ITS)
6	Laurea Diploma accademico di I livello
7	Laurea magistrale Diploma accademico di II livello Master universitario I livello Diploma accademico di specializzazione (I livello) Diploma di perfezionamento o Master (I livello)
8	Dottorato di ricerca (PhD) Diploma accademico formazione alla ricerca Diploma specializzazione Master universitario di II livello Diploma accademico specializzazione (II livello) Diploma di perfezionamento (II livello)

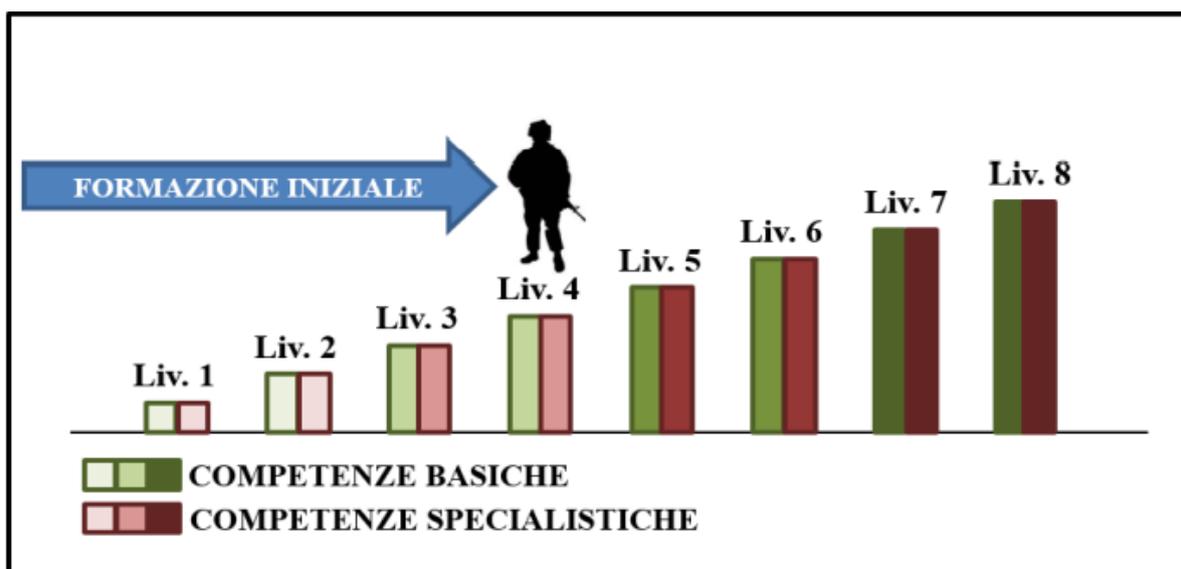
Fonte: Rapporto italiano di referenziazione delle qualificazioni al quadro EQF

Fig. 9 - Tabella riassuntiva, referenziazione delle qualificazioni italiane al sistema EQF



Fonte: SMD-FORM 001 - Ed. 2020

Fig. 10 - Livello di competenze Basiche e specialistiche acquisito dagli Ufficiali alla fine del ciclo di formazione iniziale



Fonte: SMD-FORM 001 - Ed. 2020

Fig. 11 - Livello di competenze Basiche e specialistiche acquisito dai Marescialli/Ispettori alla fine del ciclo di formazione iniziale

Nota sull'IRAD²⁰²

L'Istituto di Ricerca e Analisi della Difesa (IRAD) è l'Organismo che gestisce, nell'ambito e per conto del Ministero della Difesa, la ricerca su temi di carattere strategico.

Costituito come Centro Militare di Studi Strategici (Ce.Mi.S.S.) nel 1987 e riconfigurato come IRAD nel 2021 a seguito dell'entrata in vigore della Legge 77/2020 - art. 238 bis, l'IRAD svolge la propria opera avvalendosi di esperti civili e militari, italiani ed esteri, in piena libertà di espressione di pensiero.

Quanto contenuto negli studi pubblicati riflette quindi esclusivamente l'opinione del Ricercatore e non quella del Ministero della Difesa.

202 <http://www.difesa.it/SMD/CASD/IM/CeMiSS/Pagine/default.aspx>

ISBN 979-12-5515-040-4



9 791255 150404