



Generative Artificial Intelligence
Learning and Innovation Hub

Formare il Futuro

Strategie per lo Sviluppo delle Competenze Chiave nell'Intelligenza Artificiale Generativa



LUGLIO 2025

Il 5 febbraio 2024 si è tenuto l'evento di avvio dei lavori dell'Osservatorio "Generative Artificial Intelligence Learning and Innovation Hub" promosso da Unimarconi.

La missione dell'Osservatorio è quella di contribuire allo sviluppo e applicazione dell'Intelligenza Artificiale in Italia, approfondendo i diversi aspetti scientifici, economici, etici, regolamentari e formativi che caratterizzano l'evoluzione e l'utilizzo di questa tecnologia.

Lo scopo dell'Osservatorio si focalizza principalmente sull'Intelligenza Artificiale Generativa e, in particolare, sulla Formazione delle Competenze necessarie per la sua migliore applicazione anche attraverso l'utilizzo di tale tecnologia.

Dell'Osservatorio sono stati chiamati a farne parte autorevoli rappresentanti del mondo dell'Istruzione e della Formazione, della Ricerca, dell'Industria, della Tecnologia e di altri importanti settori (Difesa e Sicurezza, Legale, Comunicazione, Sport, Terzo Settore) che possono contribuire allo sviluppo e all'applicazione etica e sostenibile dell'intelligenza Artificiale Generativa in Italia.

Fanno parte dell'Osservatorio, insieme al Direttore Luca Manuelli e i 3 rappresentanti designati da Unimarconi Arturo Lavallo, Tommaso Saso e Ernesto De Luca, i seguenti esperti: Piero Azzalini di Fincantieri, Patrick Baan di Wartsila, Padre Paolo Benanti, Marco Bentivogli, Stefano Besana di Deloitte, Daniela Bianchi di FERPI, Luca Brizzi di Recomb, Fabrizio Cardinali di MywAI, Stefano da Empoli di I-Com, Cesare Damiano, Roberto de Vita di DEVITALAW, Roberto Fraccapani di SAP Italia, Giovanni Gambaro del RINA, Marco Gay di Digital Magics, Nicola Grandis di ASC27, Stefano Greco di CDP, Riccardo Meloni di Sport e Salute, Alex Moschetta della Comunità di Sant'Egidio, Giuseppe Naccarato di Altrana, Dario Pagani di Eni, Ezia Palmeri del Ministero dell'Istruzione e del Merito, Simone Patera di Skillvue, Luigi Pedace di Convergent, Anna Ponzianelli di ManagerItalia, Valentina Pepoli di Prohmed, Davide Rizzo di A2A, Fiammetta Salmoni di Agenzia Industrie Difesa, Michele Sciuto di Missoun, Flavio Tonelli di UNIGE, Paolo Tosca di TIM, Alessio Tresanti di Trivio e Francesco Zingales di Connect.

*Questa versione aggiornata, pubblicata a **Luglio 2025**, rispetto alla prima versione di **Maggio 2024** incorpora tutte le principali evoluzioni intervenute dallo scorso anno nei seguenti ambiti:*

- **Tecnologico**, con l'affermazione di modelli multi-modal, agenti generativi e nuove architetture open source;*
- **Applicativo**, con la diffusione di casi d'uso maturi in settori chiave come manifattura, sanità, formazione e PA;*
- **Economico**, alla luce dei nuovi dati sugli investimenti globali, delle dinamiche occupazionali e dell'emergere di nuove filiere AI-based;*

- **Regolamentare**, con l'entrata in vigore dell'AI Act europeo e l'approvazione del DDL italiano sull'IA;
- **Etico e di sostenibilità**, con l'integrazione della "Rome Call for AI Ethics" e delle raccomandazioni OCSE e UNESCO.

Tra le **principali novità** di questa edizione:

- Un **aggiornamento strutturale della Call to Action**, che evolve dalle tre direttrici originarie (maggio 2024) a quattro linee strategiche, includendo un nuovo focus su etica e sostenibilità;
- L'introduzione della sezione "**GAILIH 2.0**", che presenta obiettivi, governance e iniziative aggiornate dell'Osservatorio;
- Una rinnovata attenzione al **ruolo delle PMI** e alla personalizzazione della formazione abilitata dalla GenAI;
- L'inserimento di **indicatori e fonti aggiornate** (es. HAI Index 2025 di Stanford) per rafforzare il carattere evidence-based del documento;
- La predisposizione della versione inglese del documento, pubblicata con il titolo "**Shaping the Future**", per favorirne la diffusione internazionale.

Il documento intende rafforzare il contributo dell'Osservatorio alla promozione di una governance responsabile e condivisa dell'Intelligenza Artificiale Generativa, con particolare attenzione all'Italia e all'Europa.

DOCUMENTO STRATEGICO DELL'OSSERVATORIO SULL'IA GENERATIVA

PROMOSSO DA UNIMARCONI

A. Analisi delle opportunità e dei rischi dell'IA generativa

Introduzione

L'intelligenza artificiale (IA) è un insieme di tecnologie digitali che mirano a creare sistemi progettati per emulare vari aspetti dell'intelligenza umana, come l'apprendimento, il ragionamento e l'autocorrezione.

Negli anni '50 e '60, scienziati come John McCarthy e Marvin Minsky iniziarono a lavorare attivamente su programmi che potessero imitare il pensiero umano. Il primo è accreditato per aver coniato il termine "intelligenza artificiale" nel 1956 in occasione della Dartmouth Conference, un evento che molti considerano la nascita ufficiale dell'IA come campo di studio accademico. Durante questo periodo, l'attenzione si concentrò sullo sviluppo di programmi in grado di imitare il pensiero umano, dando vita a sistemi come il Perceptron di Frank Rosenblatt, un primo modello di rete neurale.

L'IA ha attraversato diverse "stagioni", alternando periodi di grande ottimismo e finanziamenti (spesso chiamati "estati IA") a momenti meno floridi ("inverni IA"). Negli anni '80, con l'introduzione dei sistemi esperti (Knowledge-Based Systems, KBS), l'IA conobbe una nuova ondata di interesse. Questi sistemi, basati su regole e dati forniti da esperti umani, trovarono applicazioni pratiche in vari campi, dal settore medico a quello finanziario. Gli anni '80 e '90 hanno visto un crescente interesse per le reti neurali e l'apprendimento automatico, portando a progressi significativi nel riconoscimento della voce e della visione computerizzata.

L'era moderna dell'IA è caratterizzata da innovazioni come il deep learning, big data e un aumento dell'accessibilità e della potenza computazionale. Questi sviluppi hanno portato a applicazioni pratiche su larga scala in vari settori, dalla medicina all'automazione industriale, dalla sicurezza informatica all'assistenza sanitaria.

L'IA generativa è un tipo di IA che genera automaticamente il contenuto, in risposta a istruzioni scritte in interfacce conversazionali in lingua naturale (dette "prompt"). Piuttosto che semplicemente indicizzare ed estrarre contenuti esistenti dal web, essa produce effettivamente nuovi contenuti. Il contenuto può apparire in formati che comprendono tutte le rappresentazioni simboliche del pensiero umano: testi scritti in linguaggio naturale, immagini (tra cui fotografie, dipinti digitali e cartoni animati), video, musica e codice software. L'IA generativa è addestrata utilizzando i dati raccolti da pagine web, conversazioni sui social media e altri media online. Genera il suo contenuto analizzando statisticamente le distribuzioni di parole, pixel o altri elementi nei dati che ha ingerito e identifica e ripete i modelli statisticamente più frequenti (ad esempio, quali parole seguono in genere quali altre parole). Mentre l'IA generativa può produrre nuovi contenuti, non comprende oggetti del mondo reale o relazioni sociali e di causa-effetto alla base della lingua o dei contenuti che le sono stati forniti.

Funzionamento degli LLM

L'IA generativa si basa sui modelli di linguaggio di grandi dimensioni (LLM, Large Language Models) che rappresentano una frontiera avanzata nell'ambito dell'elaborazione del linguaggio naturale (NLP). La loro capacità di comprendere, generare e tradurre il testo in modi precedentemente inimmaginabili apre nuove prospettive nella comunicazione uomo-macchina e nel trattamento automatico delle informazioni linguistiche. Di seguito, viene fornita una descrizione sintetica del funzionamento e delle applicazioni degli LLM.

1. **Addestramento su Grandi Dataset:** gli LLM sono addestrati utilizzando enormi corpus testuali che possono contenere miliardi di parole provenienti da una vasta gamma di fonti, come libri, articoli di giornale, siti web e altro. Questo addestramento intensivo li dota della capacità di "apprendere" le complessità linguistiche, la grammatica, la sintassi e le varie sfumature del linguaggio, consentendo loro di modellare efficacemente il linguaggio umano.
2. **Architettura dei Modelli:** al cuore degli LLM vi è l'architettura Transformer, una struttura neurale innovativa che differisce da quelle precedenti per la sua capacità di gestire lunghe dipendenze nel testo. Ciò significa che gli LLM possono considerare il contesto di parole o frasi anche molto distanti tra loro nel testo, migliorando significativamente la comprensione e la generazione del linguaggio.
3. **Generazione di Testo:** dotati di queste avanzate capacità di apprendimento e architettura, gli LLM sono in grado di produrre testi sorprendentemente coerenti e contestualmente adeguati. Questo include una vasta gamma di output, dal completamento di frasi e paragrafi, alla scrittura di interi articoli, poesie, o addirittura codice sorgente per software, dimostrando una versatilità notevole.
4. **Apprendimento Context-aware:** uno degli aspetti più impressionanti degli LLM è la loro abilità nel comprendere e rispondere a richieste basate sul contesto. Grazie alla loro vasta esposizione a dati testuali durante la fase di addestramento, gli LLM possono cogliere sottili sfumature del linguaggio e fornire risposte che tengono conto del contesto specifico di una domanda, rendendo l'interazione con essi straordinariamente naturale e potenzialmente utile.

I modelli di linguaggio di grandi dimensioni (LLM), come GPT-4, sono strumenti di IA avanzati, ma è importante comprendere che non sono "oracoli" onniscienti. Come illustrato in precedenza, la loro principale funzione è la predizione del "prossimo token" (parola o carattere) in una sequenza di testo, basata su enormi quantità di dati di testo su cui sono stati addestrati.

Quando viene fornito un testo di input, l'LLM utilizza le informazioni apprese per prevedere il token successivo più probabile. Questo processo è puramente statistico e basato su probabilità calcolate dal modello. **Sebbene gli LLM possano generare testi che sembrano "intelligenti", essi non comprendono il testo nel modo in cui lo farebbe un essere umano.** Non possiedono consapevolezza, comprensione del mondo reale o capacità di ragionamento autonomo.

Questo principio è fondamentale nella comprensione degli LLM. "La predizione non è ragionamento" significa che, sebbene gli LLM siano eccellenti nel prevedere quale parola potrebbe logicamente seguire in un testo, non "ragionano" nel senso umano del termine. Non formulano concetti autonomamente né comprendono il significato intrinseco di ciò che stanno generando. La loro "intelligenza" è limitata al riconoscere e replicare i modelli insiti nei dati su cui sono stati addestrati.

Le possibili applicazioni aziendali dell'IA generativa e lo stato dell'arte del mercato italiano

L'IA generativa sta avendo un impatto significativo sulla trasformazione digitale delle aziende in vari modi.

Prima di tutto, può creare automaticamente contenuti digitali di qualità, come testi, immagini, video e musica. Questo può essere incredibilmente utile per le aziende che si affidano fortemente al contenuto per il marketing e la pubblicità. Ad esempio, con l'IA generativa, un'azienda potrebbe creare automaticamente migliaia di annunci pubblicitari unici e personalizzati per i clienti in base ai loro comportamenti e preferenze di acquisto.

In secondo luogo, l'IA generativa è in grado di automatizzare una serie di processi aziendali che tradizionalmente richiedevano molto tempo e risorse umane. Per esempio, può essere utilizzata per generare report finanziari, analisi di mercato predittive o presentazioni aziendali. Questo può ridurre notevolmente il carico di lavoro umano.

L'IA generativa ha anche il potenziale di trasformare il modo in cui le aziende sviluppano nuovi prodotti e servizi. Questo può consentire alle imprese di rimanere competitive in mercati sempre più saturi e dinamici.

Oltre alla creazione di contenuti e all'automazione dei processi, l'IA generativa può essere utilizzata anche per migliorare l'esperienza del cliente. Questo può includere la personalizzazione dei contenuti in base ai gusti individuali, la predizione delle preferenze future e la fornitura di servizi 24 ore su 24, 7 giorni su 7.

Nel campo delle risorse umane, l'IA generativa consente un maggiore coinvolgimento dei candidati e la possibilità di attirare e selezionare profili maggiormente in linea con l'esigenza aziendale, efficientando l'intero processo di selezione. Più nel dettaglio alcune possibili applicazioni in questo ambito sono: il supporto nella definizione del sito web aziendale e del portale "career" per attrarre candidati; la personalizzazione del testo delle campagne di recruiting; la creazione e la contestualizzazione degli annunci di lavoro; la sintesi e la trascrizione delle interviste svolte ai candidati; la creazione e la contestualizzazione delle lettere di offerta; la creazione e la personalizzazione di contenuti per il processo di onboarding.

Infine, l'IA generativa può aiutare a prendere decisioni più informate, fornendo analisi e previsioni basate sui dati, più accurate e dettagliate. Questo può includere previsioni di vendita e di mercato fino all'identificazione dei trend emergenti nel comportamento dei consumatori.

La rivoluzione di strumenti divenuti recentemente "popolari" come ChatGPT è stata, in primo luogo, un fatto legato al mondo B2C: il dato del raggiungimento del milione di utenti in 5 giorni e di cento milioni in 2 mesi è un record che ha superato quello dei social network di maggior successo.

Naturalmente l'avvento dell'IA generativa ha interessato, più lentamente, anche il mondo business. Non è un caso che nell'ultimo anno l'offerta di soluzioni legate a ChatGPT da parte di OpenAI si sia estesa a strumenti "pro" per "team" e "enterprises", che permettono di creare spazi di lavoro e soprattutto sembrano garantire maggiori livelli di controllo sui dati generati dalle interazioni con l'IA rispetto alle soluzioni-base.

Per dare alcuni dati di scenario, secondo recenti stime (fonte: Statista), le dimensioni del mercato mondiale dell'IA raggiungeranno i \$244,2 miliardi nel 2025. Il mercato IA continuerà poi la sua ascesa per superare la soglia dei mille miliardi nel 2030, mostrando un tasso di crescita medio annuo (CAGR) nel periodo 2025-2031 del 26,6%. **L'IA generativa rappresenta già oggi una fetta rilevante del mercato, destinata ad aumentare nei prossimi anni.** Nel 2024, stando alle elaborazioni di I-Com sulla base dei dati di Statista, ha coperto il 20% del mercato IA totale ed entro il 2024 si prevede un aumento dell'incidenza di 6 punti percentuali. **Nel 2030, il mercato dell'IA generativa dovrebbe pesare sull'intero mercato IA per il 43%.**

Le stime sulle dimensioni del mercato IA italiano, ad ogni modo, non sono univoche. Anitec-Assinform, ad esempio, nel suo ultimo rapporto "Il Digitale in Italia" stima un volume di mercato per il 2024 di 909 milioni di euro con una crescita del 34,8% rispetto all'anno precedente. Tra il 2024 e il 2027 il tasso di crescita annuo medio del mercato IA dovrebbe mantenersi superiore al 25%, il che dovrebbe portarlo a raddoppiare il suo valore a €1,8 miliardi di valore nel 2027. **Secondo l'Osservatorio del Politecnico di Milano il mercato IA in Italia varrebbe – nel 2024 – addirittura €1,2 miliardi.** A trainare lo sviluppo sono soprattutto **le sperimentazioni che utilizzano anche l'IA generativa, che rappresentano il 43% del valore, mentre il restante 57% è costituito in prevalenza da soluzioni IA tradizionali.**

Scontando questa relativamente recente diffusione della tecnologia, i dati sulla diffusione dell'IA generativa nelle aziende sono pochi, soprattutto per quanto riguarda il caso italiano: si tratta, come visto, di un mercato emergente all'interno di un altro mercato emergente (quello complessivo dell'IA). Una delle poche fonti disponibili è l'ultima ricerca annuale del Politecnico di Milano, che evidenzia come **l'81% delle grandi imprese ha almeno valutato un progetto**, contro una **media europea dell'89%**; **il 59% ha già un progetto attivo**, contro una **media europea del 69%**, ultimo posto tra i Paesi analizzati. Decisamente più indietro sono le Pmi. In realtà, **il 58% delle PMI è interessato al tema**, grazie all'attenzione mediatica e allo sviluppo di un mercato

di strumenti pronti all'uso e low-cost, ma **solo il 15% delle medie imprese e il 7% delle piccole hanno avviato progetti**, tramite sviluppo interno o rivolgendosi a fornitori esterni¹.

Al momento, non si ha una stima consolidata del mercato dell'IA generativa e della relativa diffusione nelle aziende italiane, anche se le indagini sono concordi nell'evidenziare un interesse enorme da parte delle aziende.

Ad esempio, secondo il Paper "Il mercato dell'IA in Italia" di Anitec-Assinform, in generale **l'IA generativa risulta la tecnologia più utilizzata (75,9% delle aziende)**. A seguire troviamo il **machine learning e le reti neurali**, citate dal 60,2%, e il **Natural Language Processing**, adottato dal 44,6%. Altre tecnologie dell'IA, come l'intelligent data processing (33,7%), l'image processing (27,7%), la computer vision e la data visualization (entrambe al 19,3%), insieme ai recommendation systems, completano il quadro tecnologico.

Da un punto di vista di settori verticali le aree di maggiore sperimentazione per l'IA sono ancora una volta il banking e il mondo telco e media (Fig 1). Entrambi i settori presentano un volume di mercato IA relativamente elevato (>150 mln) e un tasso di crescita superiore al 30%. Alcuni settori, come trasporti, utilities, servizi e assicurazioni, hanno volume medio (65-85 mln) e una crescita in linea con la media (compresa tra il 32 e il 37%), mentre sanità e PA centrali e locali raggiungono un volume di mercato inferiore ma tassi di crescita superiori (>39%).

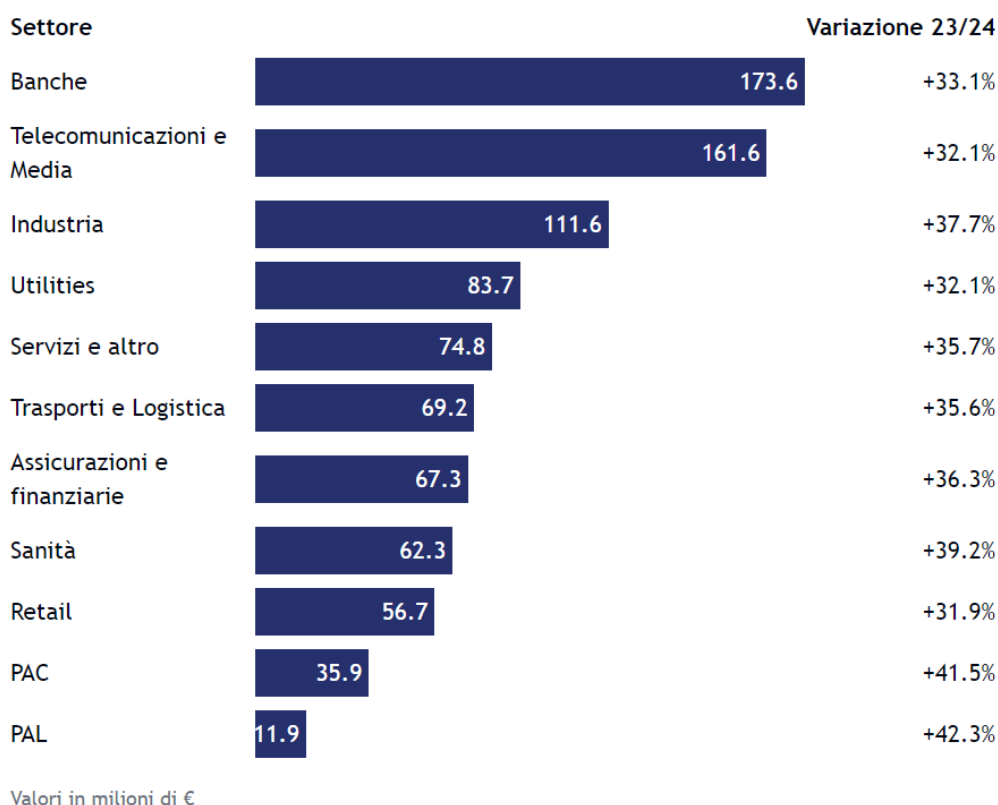


Figura 1: Mercato IA per settore (stime 2024)

Fonte: Elaborazione Anitec-Assinform su dati NetConsulting Cube, 2024

In questo quadro, **il potenziale economico dell'IA generativa è enorme e riflette le opportunità di trasformazione che questa tecnologia offre alle aziende**. Di certo è un'operazione complessa fare una stima realistica di quanto può essere l'impatto per il PIL italiano. Una ricerca di The European House – Ambrosetti

¹ <https://www.osservatori.net/comunicato/artificial-intelligence/intelligenza-artificiale-italia/>

e Microsoft, ad esempio, riporta che “un’adozione pervasiva dell’IA generativa” potrebbe produrre 312 miliardi di euro di valore aggiunto annuo².

A livello globale, attraverso l'analisi di 63 casi concreti, McKinsey & Company stima il potenziale economico dell'AI generativa tra i 2.600 e i 4.400 miliardi di dollari l'anno, valore che potrebbe superare quello del Pil del Regno Unito (3.100 miliardi nel 2021)³. Secondo una stima del World Economic Forum (WEF), l'IA generativa da sola potrebbe incrementare la crescita della produttività globale di 1,5 punti percentuali all'anno e aumentare il PIL mondiale del 7% su un orizzonte di 10 anni⁴.

La condizione “critica” alla base di questo *finding* è la “pervasività” dell’adozione dell’IA generativa. Questo elemento dipende da molti fattori non necessariamente legati alle potenzialità della tecnologia, come: la propensione all’investimento in soluzioni digitali avanzate, il costo della tecnologia, la presenza di incentivi, la chiarezza del quadro regolatorio complessivo dell’IA, la presenza di skills – specialistiche e non – adeguate sul mercato del lavoro. Tutte queste variabili vanno poi calate in un “caso italiano” caratterizzato dalla presenza di numerosissime piccole e medie imprese, le quali hanno – per ragioni strutturali – più difficoltà nell’investire in soluzioni innovative.

Naturalmente, oltre ad accelerare i processi di adozione, un Paese come l’Italia dovrebbe avere l’ambizione di contribuire allo sviluppo dell’IA, con politiche nazionali che siano coordinate con quelle dell’Unione europea e degli altri Stati membri, secondo lo spirito iniziale, da riprendere e rafforzare nel prossimo mandato delle istituzioni europee, del Piano coordinato degli investimenti, originariamente avanzato nel corso del 2018.

IA generativa: gli effetti sul lavoro e il rischio di polarizzazione

Gran parte delle ricerche prevedono che il mercato del lavoro cambierà notevolmente a causa dell’avvento di strumenti di IA.

L’IA generativa ha la capacità di produrre contenuti (testi, immagini, sintesi, contratti, atti, video, etc.) e questo la fa sconfinare l’impiego delle tecnologie in un’area che si pensava inattaccabile: quella del lavoro “creativo”.

Per avere una visione più profonda delle possibili conseguenze sul mondo dell’occupazione occorre utilizzare un “metodo” che consenta di capire le tendenze, ripartendo dalle 800 professioni che l’Istat categorizza e censisce in Italia.

L’IA potrà avere 3 diversi livelli di impatto: 1) genererà nuove professioni; 2) cancellerà alcune professioni; 3) integrerà, potenzierà e supporterà professioni esistenti. Ogni professione viene esercitata con diversa possibilità di ruolo e bisogna ritornare a scomporre il lavoro e le professioni in attività (task). Accanto ai 3 effetti diretti vi saranno quelli indiretti perché IA modificherà l’ambiente e l’organizzazione del lavoro.

Alla luce delle considerazioni svolte, è dunque possibile immaginare un impatto diversificato, in cui una quota delle attività viene automatizzata, “aumentata” o può ricevere un significativo cambiamento di ruolo:

²The European House – Ambrosetti e Microsoft Italia *IA 4 Italy: impatti e prospettive dell’intelligenza artificiale generativa per l’Italia e il Made in Italy*. Settembre 2023

³ McKinsey & Company - “*The economic potential of generative AI*”, Luglio 2023

⁴ World Economic Forum (WEF) – “*Chief Economists Outlook*”, Gennaio 2024

Automated	Augmented	Transformed
<i>Ruoli routinari che non richiedono competenze elevate, o che coinvolgono pesantemente compiti che l'IA generativa è in grado già oggi di svolgere efficacemente.</i>	<i>Ruoli che richiedono un'esperienza sostanziale, ma che comportano comunque diverse attività potenziate dall'IA o aumenti di produttività guidati dall'IA.</i>	<i>Ruoli la cui nuova economia unitaria consente di ripensare completamente la descrizione del lavoro.</i>
<i>Esempio:</i> <i>Designer grafici che si concentrano sulla revisione e sulla contestualizzazione dei contenuti, piuttosto che sulla loro creazione da zero.</i>	<i>Esempio:</i> <i>Ingegneri software che utilizzano ChatGPT per generare e verificare sezioni di codice</i>	<i>Esempio:</i> <i>Professionisti delle risorse umane che passano a ruoli di "coach" e "strateghi".</i>

Oltre questo passaggio è necessario comprendere quali attività non sono “core human” e che le macchine possono svolgere meglio di noi. Si tratta non solo di delegare alcuni compiti alle macchine ma di ridisegnare e creare le attività su cui le persone possano fare bene e meglio attività a loro più consone. Questo approccio dovrà essere iterativo perché cambieranno con straordinaria velocità sia le tecnologie sia il loro impatto sulle professioni.

Come si diceva, **accanto agli effetti diretti, occorrerà tenere conto di quelli indiretti. Ci focalizziamo in particolare su due, generazionale e organizzativo.**

I lavoratori più giovani potrebbero essere più flessibili nell'adottare nuove tecnologie e sfruttarne i benefici, mentre quelli più anziani potrebbero avere maggiori difficoltà nell'aggiornare le proprie competenze e adattarsi ai cambiamenti. Ciò potrebbe portare a disuguaglianze nell'accesso alle opportunità di impiego e nella distribuzione dei benefici economici derivanti dall'IA.

L'IA modifica inoltre l'organizzazione del lavoro e alcune professioni si trasformeranno sulla base dei mutamenti impressi non direttamente (o almeno non solo) dall'IA quanto da come quest'ultima aprirà nuove strade proprio nell'organizzazione del lavoro.

Altra certezza è la polarizzazione di un mercato del lavoro italiano già fortemente diviso tra chi (per competenze, nascita, possibilità, etc.) **avrà l'opportunità di partecipare attivamente dentro questa trasformazione e chi ne resterà marginalizzato.** Più che agitare un futuro di “lavoro povero” generalizzato, bisogna costruire le condizioni perché il processo di innovazione sia caratterizzato da una diffusa e vasta partecipazione. Questo anche perché la stessa polarizzazione avverrà, a livello internazionale, tra imprese, coinvolte e protagoniste o marginalizzate e in ciò la taglia dimensionale troppo piccola delle nostre rischia di essere un serio limite. Pertanto, avere una rete diffusa di trasferimento tecnologico e di competenze è molto più importante e credibile rispetto ad avere una “OpenAI italiana”.

Occorre soprattutto puntare ad avere un tessuto produttivo pronto ad accogliere, adattare e ripensare le innovazioni, abbassando la soglia del loro accesso indipendentemente dalla taglia dimensionale delle aziende.

I profili di sostenibilità

Sociale

L'IA, specie nella sua forma generativa, ha in realtà un grande potenziale per aiutare ad affrontare situazioni di disagio e di esclusione sociale.

Ad esempio, molte persone con disabilità si trovano ancora ad affrontare ostacoli significativi quando si tratta di esprimere se stessi e connettersi con gli altri.

Qui è dove l'IA può fare la differenza. **Attraverso l'uso di tecnologie avanzate come il riconoscimento vocale, la traduzione automatica e le interfacce intuitive, possiamo migliorare notevolmente le modalità di comunicazione accessibili per le persone con disabilità.**

Tuttavia, per sfruttare appieno il potenziale dell'IA in questo contesto, è cruciale investire nello sviluppo di competenze specifiche. Gli ingegneri e gli sviluppatori devono essere sensibilizzati alle esigenze delle persone con disabilità e lavorare in stretta collaborazione con loro per progettare soluzioni che siano veramente inclusive e funzionali.

Allo stesso tempo, dobbiamo anche impegnarci a promuovere una maggiore alfabetizzazione digitale tra le persone con disabilità stesse. Offrendo opportunità di formazione e accesso a strumenti tecnologici appropriati, possiamo consentire loro di sfruttare appieno le potenzialità dell'IA per migliorare la propria comunicazione e partecipazione sociale.

Inoltre, è importante sottolineare che l'IA non è una panacea e non può risolvere tutti i problemi legati alla comunicazione delle persone con disabilità. È fondamentale garantire che le soluzioni tecnologiche siano complementari agli approcci tradizionali e che rispettino la diversità delle esigenze individuali.

In conclusione, l'IA ha il potenziale per trasformare radicalmente la vita delle persone con disabilità, migliorando significativamente le loro capacità di comunicazione e di interazione con il mondo che le circonda. Tuttavia, per realizzare pienamente questo potenziale, è necessario un impegno collettivo per sviluppare le competenze necessarie e garantire un accesso equo e inclusivo alle nuove tecnologie.

L'IA può avere anche altri utilizzi nell'ambito del terzo settore, come ad esempio nell'inclusione di profughi e rifugiati, per i quali potrebbero essere sviluppate piattaforme di apprendimento linguistico personalizzate, adattabili alle esigenze specifiche dei rifugiati e dei migranti. I chatbot alimentati dall'IA possono fornire supporto legale e informazioni su procedure burocratiche, semplificando il processo di integrazione e fornendo risposte immediate alle domande dei rifugiati e dei migranti.

Altro aspetto importante sarebbe nel consentire un riconoscimento delle competenze: valutare e riconoscere le competenze e le qualifiche acquisite all'estero dai rifugiati e dai migranti, facilitando il processo di inserimento nel mercato del lavoro. Oppure per facilitare l'integrazione dei minori non accompagnati, un fenomeno che ha raggiunto il picco di oltre 22.000 casi in Italia nel 2024 e per il quale è necessario un intervento organico di mediazione culturale e attività di integrazione sociale, anche attraverso l'orientamento allo sport. L'uso dell'IA può essere strettamente funzionale alla mediazione linguistica e culturale e all'ascolto e identificazione dei bisogni con la modalità più rapida ed efficace per un numero così rilevante di soggetti.

Ambientale ed energetica

Un'altra dimensione essenziale della sostenibilità è quella energetica e ambientale. Che va vista rispetto all'IA sotto due profili, uno più critico e un secondo più roseo.

Da un lato, come spesso si sottolinea, l'IA consuma più energia e risorse idriche rispetto ad altre tecnologie digitali meno evolute, elemento cruciale in un momento storico in cui la transizione energetica e la lotta al

cambiamento climatico rappresentano sfide globali. Dall'altro, proprio grazie all'IA e all'ottimizzazione dei processi che essa è in grado di innescare, si potrebbero ottenere sensibili vantaggi, a beneficio dell'ambiente.

Rispetto al primo fattore, secondo i dati della IEA (International Energy Agency), infatti, a livello globale il consumo di energia dei data center è aumentato del 12% annuo a partire dal 2017, quattro volte di più dell'aumento medio annuale dei consumi totali di elettricità nello stesso periodo, e si stima che possa più che raddoppiare entro il 2030 nello scenario base⁵. Questo trend esclude esiti catastrofici (nello scenario più pessimistico, dal punto di vista della sostenibilità, la IEA ipotizza che i consumi elettrici possano arrivare nel 2035 a rappresentare il 4,4% di quelli totali) ma deve senz'altro indurre a implementare strategie di efficientamento e decarbonizzazione per queste infrastrutture, attraverso diverse leve, come l'approvvigionamento di energia rinnovabile, l'ottimizzazione dei sistemi di *cooling* (es. free cooling o riutilizzo del calore di scarto), processo che attualmente richiede l'impiego di risorse idriche significative, il costante aggiornamento tecnologico delle infrastrutture e della componentistica IT, che sono via via sempre più efficienti.

D'altro canto, il potenziale dell'IA generativa per affrontare le sfide della transizione energetica e della sostenibilità è significativo in cinque principali use case declinabili nei diversi ambiti della filiera energetica: knowledge management; dati sintetici; modellazione, ingegneria ed accelerazione della ricerca e sviluppo; simulazione di processi e scenari; efficientamento e ottimizzazione di problemi complessi.

Rispetto al primo aspetto, il settore energetico è senza dubbio uno dei settori in cui viene prodotta una grande quantità di dati diversificati per processo di provenienza, formato e distribuzione. **L'IA generativa consente di automatizzare la raccolta da varie fonti non strutturate e di accedervi nel linguaggio naturale**, consentendo di analizzare ed estrarre informazioni significative, di accelerare i processi decisionali riducendo l'errore, ecc.

Inoltre, grazie alla capacità di creare contenuti l'IA generativa può essere utilizzata per generare dati sintetici utili per addestrare modelli di machine learning tradizionale in tutte le situazioni in cui i dati reali sono essere limitati o possono essere difficili da ottenere. Attraverso i modelli generativi, ad esempio, si possono creare dati sintetici per simulare condizioni meteorologiche o di produzione energetica.

Terzo elemento, l'IA generativa ha il potenziale per trasformare le pratiche ingegneristiche acquisendo informazioni da un vasto insieme di input e generando diverse soluzioni di design per la progettazione tanto di impianti energetici quanto di edifici ottimizzati dal punto di vista del consumo energetico e della gestione delle risorse. Il principale beneficio è il de-risking delle attività di ingegneria attraverso l'esplorazione delle possibili varianti, l'accelerazione della prototipazione e la riduzione dei costi associati.

Più in generale, l'integrazione dell'IA generativa con tecnologie informatiche avanzate rappresenta un'opportunità di trasformazione per migliorare la scoperta scientifica. Nel campo dell'energia pulita, l'IA generativa sta rivoluzionando lo sviluppo di nuovi materiali per batterie, pannelli solari e meccanismi di cattura del carbonio. Prevedendo le caratteristiche dei materiali e concependo nuovi progetti strutturali, gli algoritmi IA possono individuare rapidamente potenziali soluzioni per l'energia sostenibile, superando le metodologie di ricerca convenzionali.

In aggiunta, l'IA generativa può essere impiegata per supportare gli utenti, attraverso interfacce conversazionali, nella generazione di scenari what-if in diversi campi di applicazione come la simulazione di scenari energetici futuri, prevedendo la produzione e la domanda di energia in base a svariati fattori come il clima, la crescita economica e le tecnologie disponibili, la simulazione di impatto delle politiche ESG, la simulazione e la previsione dei rischi connessi con le operazioni in zone confinate incrementando la sicurezza delle persone e degli impianti.

⁵ IEA, *Energy and AI*, World Energy Outlook Special Report, 2025.

L'IA generativa può essere, inoltre, utilizzata per trasformare le immagini satellitari in mappe complete per monitorare e gestire i disastri naturali come inondazioni e incendi. Questa capacità è essenziale per gli sforzi di adattamento ai cambiamenti climatici, poiché offre valutazioni precise delle alterazioni ambientali per supportare la mitigazione dei disastri, la preparazione e la conservazione ambientale.

Ultimo fattore ma non meno importante, l'IA generativa può essere utilizzata per progettare modelli di controllo energetico più efficienti e predittivi. Modelli generativi possono prevedere e ottimizzare il consumo energetico in edifici o impianti industriali, contribuendo a ridurre gli sprechi e migliorare l'efficienza energetica e distribuzione energetica complessiva.

Per migliorare l'efficienza delle reti elettriche, ad esempio, si può ricorrere all'IA generativa per sviluppare tecnologie di rete intelligente. Simulando modelli dettagliati di consumo energetico dei consumatori, fornisce previsioni accurate delle fluttuazioni della domanda di elettricità. Ciò consente un'efficace integrazione delle fonti energetiche rinnovabili, promuovendo una rete energetica più sostenibile ed efficiente. Idem per ottimizzare le rotte dei veicoli piuttosto che delle flotte sia nelle catene di approvvigionamento che per la mobilità sostenibile, riducendo gli sprechi ed ottimizzare i processi logistici e di stoccaggio dell'energia.

I rischi globali dell'IA generativa

Come tutte le tecnologie emergenti, anche l'IA generativa presenta delle sfide. Queste possono includere questioni legali ed etiche riguardo alla proprietà dei contenuti generati dalla IA, alla privacy del consumatore e all'affidabilità dei contenuti generati.

Usi ingannevoli. I sistemi di IA generativa sono in grado di produrre rappresentazioni ricostruite che possono essere indistinguibili da fonti reali. Ad esempio, possono generare immagini fotorealistiche di volti umani che non esistono realmente, oppure produrre testi che sembrano essere stati scritti da esseri umani. Questa facoltà solleva importanti preoccupazioni per le sue possibili conseguenze. Un esempio di primo piano è il fenomeno dei *deepfake*, video manipolati per far sembrare che persone reali dicano o facciano cose che non hanno mai fatto. Si tratta di uno strumento molto potente per diffondere disinformazione, danneggiare la reputazione delle persone e influenzare l'opinione pubblica. Nel corso di quest'anno, in cui si verificherà una eccezionale concentrazione di consultazioni elettorali in tutto il mondo, sarà evidente la capacità delle immagini *deepfake* di manipolare il consenso dell'elettorato (come sta già avvenendo, ad esempio, nella campagna per le presidenziali americane).

Sul piano tecnico, sono state sviluppate varie tecniche per rilevare e contrastare i *deepfake*, che vanno dalla verifica digitale all'utilizzo di algoritmi di apprendimento automatico per identificare anomalie nei contenuti generati artificialmente. Al tempo stesso, le piattaforme online giocano un ruolo cruciale nel mitigare la diffusione di questi contenuti. È importante che questi soggetti implementino politiche e strumenti per identificare e rimuovere contenuti dannosi e già molte di esse le stanno adottando. Tuttavia, il *gap* tra l'adozione di *policy* e un loro impatto positivo è tuttora ampio e l'efficacia degli interventi correttivi è ancora da dimostrare pienamente.

Cybersicurezza. Gli algoritmi generativi possono essere utilizzati per sviluppare *malware* sofisticati in grado di eludere le difese tradizionali dei sistemi informatici. È quindi necessario investire nella ricerca e nello sviluppo di soluzioni di sicurezza avanzate, in grado di rilevare e mitigare queste minacce. L'uso dell'IA per lo sviluppo di malware, pertanto, rappresenta una crescente minaccia alla sicurezza informatica. Il software in tal modo prodotto può sfruttare vulnerabilità nei sistemi operativi e nelle applicazioni, diffondersi rapidamente e causare danni significativi, come il furto di dati sensibili e il danneggiamento dei sistemi. Affrontare questa rinnovata minaccia richiede un approccio multidisciplinare che comprenda la ricerca di

nuove tecniche di rilevamento, l'implementazione di misure di sicurezza avanzate e la cooperazione tra aziende, governi e organizzazioni internazionali.

Privacy. L'IA generativa può essere impiegata per violare la privacy delle persone generando soluzioni che possono essere utilizzate per il tracciamento e la sorveglianza. Le normative sulla privacy devono essere rafforzate e applicate in modo efficace per proteggere i diritti delle persone e garantire che i loro dati personali siano utilizzati in modo etico e responsabile.

Protezione della proprietà intellettuale. L'IA generativa può essere anche utilizzata per violare la proprietà intellettuale. Essa ha, infatti, la capacità di creare contenuti che possono essere virtualmente indistinguibili da quelli reali, che si tratti di testi, immagini, musica o altro. Questa capacità può essere sfruttata per replicare serialmente opere protette e distribuirle illegalmente. La proliferazione di contenuti generati artificialmente può minare il valore delle opere originali e ridurre i profitti per gli artisti, gli autori e le aziende che investono nella creazione di contenuti originali, con un rilevante danno per l'intera economia. Le aziende devono dunque implementare misure di protezione per garantire che i loro prodotti e contenuti non vengano facilmente contraffatti o plagati. Ciò può includere l'implementazione di tecnologie di *watermarking* per identificare le opere originali, l'uso di firme digitali per autenticare i contenuti e l'adozione di licenze d'uso che limitino la distribuzione e la modifica non autorizzata delle opere, nonché l'utilizzo di soluzioni che si appoggino a tecnologie di *blockchain*. È altresì fondamentale che le aziende monitorino attivamente l'uso e la distribuzione dei loro contenuti online per individuare prontamente eventuali violazioni dei diritti d'autore. Ciò può essere fatto (e già viene fatto) attraverso l'uso di strumenti automatizzati e algoritmi di rilevamento che analizzano i contenuti online per identificare possibili contraffazioni.

Le policy europee e italiane

Unione Europea

Il primo atto di policy significativo dell'Unione europea nel campo dell'IA è arrivato nell'aprile 2018, allorché la Commissione europea, rispondendo alle sollecitazioni provenienti non solo dal Parlamento ma anche dal Consiglio europeo dell'ottobre 2017, ha presentato la sua strategia con la **Comunicazione L'intelligenza artificiale per l'Europa**⁶, individuandone i due principali pilastri nelle regole e negli investimenti. Infatti, il documento, coinciso ma onnicomprensivo, riconosceva una situazione competitiva internazionale caratterizzata da un forte gap negli investimenti rispetto agli USA e all'Asia. La Comunicazione indicava un'ampia gamma di misure, dall'aumento degli investimenti pubblici e privati (e un loro maggiore coordinamento a livello europeo) alla creazione di uno spazio europeo dei dati, dal tema della formazione e dell'educazione alle questioni giuridiche ed etiche, da trasformare in una leva competitiva per l'UE.

A seguito della Comunicazione, fu istituito un gruppo di lavoro di alto livello che produsse due documenti importanti, le **Linee guida etiche** (Aprile 2019) e le **Raccomandazioni di policy e di investimento** (giugno 2019). Su quella scorta, la nuova Commissione, a presidenza von der Leyen, presentò nel febbraio 2020, a pochi mesi dall'insediamento, il **Libro bianco sull'IA**. Il sottotitolo, **Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia**, era particolarmente evocativo e al tempo stesso confermava il raggio d'azione dei documenti precedenti, mirando contemporaneamente a creare regole per costruire quell'ecosistema della fiducia e a incoraggiare gli investimenti sui quali basare l'ecosistema dell'eccellenza. Nella premessa iniziale si leggeva

⁶ European Commission, *Artificial Intelligence for Europe*, COM(2018) 237.

infatti che «la Commissione è impegnata a favorire scoperte scientifiche, a preservare la leadership tecnologica dell'UE e ad assicurare che le nuove tecnologie siano al servizio di tutti gli europei»⁷

In realtà, a torto o a ragione, negli anni successivi il focus principale sono state le regole e gli investimenti sono finiti in secondo piano, venendo meno di fatto i presupposti del **Piano coordinato sottoscritto alla fine del 2018 dalla Commissione e dagli Stati membri** per coordinare strategie e policy tra livello europeo e livelli nazionali e tra Stati membri⁸.

Sul primo versante, dopo un lungo e complesso iter legislativo, dopo la proposta legislativa dalla Commissione nell'aprile 2021, lo scorso 2 agosto 2024 è entrato in vigore il **Regolamento (UE) 2024/1689, comunemente noto come AI Act**⁹, il quale diventerà pienamente applicabile entro 2 anni, pur prevedendo termini anticipati o posticipati per specifici casi.

Da un punto di vista metodologico, **l'AI Act si fonda su un approccio basato sul rischio**, articolato in obblighi differenziati. Tale approccio classifica i sistemi di IA in quattro categorie distinte di rischio: **inaccettabile, elevato, limitato e minimo**. A ciascuna categoria corrisponde un diverso insieme di obblighi di conformità. Innanzitutto, tale regolamento include un elenco di pratiche vietate considerate inaccettabili in quanto incompatibili con i valori dell'Unione (art. 5), elemento centrale del modello normativo che l'UE intende promuovere a livello internazionale. Tali divieti sono accompagnati da eccezioni definite in modo tassativo.

Per i sistemi ad alto rischio (art. 6 e seguenti), il regolamento specifica i criteri per determinare se un sistema di IA presenti un rischio elevato e impone una serie di requisiti obbligatori. Inoltre, l'immissione sul mercato europeo di tali sistemi è subordinata a una valutazione di conformità ex ante, da effettuarsi secondo le procedure prescritte. Mentre per gli usi che presentano rischio limitato sono perlopiù previsti obblighi di trasparenza informativa, quelli che potrebbero dar luogo a rischio minimo o nullo non sono sottoposti ad alcuna regola ex ante.

Tra le norme già pienamente efficaci dell'AI Act, a partire dallo scorso 2 febbraio, va menzionato l'art.4, che impone in capo alle aziende e in generale alle organizzazioni l'obbligo di alfabetizzazione in materia di intelligenza artificiale. I fornitori e gli utilizzatori di sistemi IA dovranno quindi garantire *"un livello sufficiente di alfabetizzazione in materia di IA del loro personale nonché di qualsiasi altra persona che si occupa del funzionamento e dell'utilizzo dei sistemi di IA per loro conto"*. Questo significa adottare misure concrete per assicurarsi che chiunque operi con sistemi IA abbia le competenze necessarie per comprenderne il funzionamento, i limiti e i potenziali rischi. La formazione deve tenere conto delle conoscenze tecniche esistenti, dell'esperienza pregressa, del livello di istruzione e del contesto specifico in cui i sistemi saranno utilizzati. Naturalmente, l'approccio deve essere sufficientemente ampio da includere anche profili non strettamente tecnologici come quelli etici o giuridici.

L'impostazione iniziale dell'AI Act contemplava applicazioni verticali dell'IA, non prevedendo gli sviluppi che abbiamo conosciuto negli ultimi anni con l'IA generativa. Il testo finale, sulla base degli emendamenti proposti dal Parlamento europeo e della discussione che ha avuto luogo nel trilogio, ha dunque incluso i **modelli di IA di uso generale (General Purpose AI – GPAI)** (art. 51 e seguenti), in grado di svolgere una vasta gamma di compiti — tra cui la generazione di testi e immagini — e addestrati su una mole di dati molto ampia. In particolare, l'AI Act impone ai fornitori l'obbligo di informare adeguatamente i fornitori circa le caratteristiche del modello. Inoltre, gli stessi fornitori devono rendere pubblicamente disponibile un riassunto sufficientemente dettagliato dei dati utilizzati per l'addestramento del modello GPAI. Particolare

⁷ European Commission, *On Artificial Intelligence – A European approach to excellence and trust*, white paper, COM(2020) 65.

⁸ European Commission, *Coordinated Plan on Artificial Intelligence*, COM(2018) 795, 7 dicembre 2018.

⁹ Regulation (EU) 2024/1689 of the European Parliament and of the Council of 13 June 2024 laying down harmonised rules on artificial intelligence.

attenzione è rivolta ai modelli GPAI che possono comportare un rischio elevato per gli utenti, rispetto ai quali il regolamento stabilisce una soglia — modificabile in futuro per adeguarsi all'evoluzione tecnologica — per identificarli, fissata in una potenza di calcolo di 10^{25} FLOP (*floating-point operations*).

Sebbene gli obblighi fin qui descritti costituiscano i principali adempimenti per i soggetti rientranti nell'ambito di applicazione dell'AI Act, **il Regolamento prevede anche numerose disposizioni (art. 57 e seguenti) volte a sostenere l'innovazione nel settore dell'IA e non solo.** Tra queste si annoverano: a) **le sandbox normative**, ossia ambienti protetti nei quali è possibile testare sistemi di IA in condizioni regolamentari semplificate, al fine di favorire l'innovazione e la sperimentazione; b) la **possibilità di testare sistemi di IA ad alto rischio al di fuori delle sandbox**, consentendo test controllati in condizioni reali; c) misure specifiche a favore di fornitori e deployer di sistemi di IA, in particolare PMI e startup.

Dopo alcuni anni nei quali a livello europeo l'attenzione si è concentrata soprattutto sulle regole, già a partire dal gennaio 2024, con il lancio del pacchetto sull'IA innovativa, la Commissione ha provato a ribilanciare l'asse delle policy UE verso gli investimenti, rispetto ai quali il gap con USA e Cina rimane elevatissimo. Facendo tesoro delle raccomandazioni contenute nel **rapporto Draghi** e come anticipato dalla **Bussola per la Competitività**, pubblicata a gennaio 2025, il 9 aprile 2025 il principale organo esecutivo dell'Unione europea ha presentato l'**AI Continent Action Plan**¹⁰, il principale documento strategico dalla Comunicazione del 2018, alla quale si è accennato in apertura di paragrafo. Il Piano si apre affermando che la corsa all'intelligenza artificiale è tutt'altro che conclusa e che l'Europa è ancora in partita. Per poterla giocare con successo, **il Piano prevede un'ampia pluralità di strumenti e azioni di policy** che si focalizzeranno su **cinque pilastri fondamentali**: i) **capacità computazionale**; ii) **dati**; iii) **applicazioni settoriali**; iv) **talenti e competenze**; v) **semplificazione dei requisiti previsti dall'AI Act**.

Il **quarto pilastro** prevede un approccio sistemico e che passa, innanzitutto, per la creazione di una nuova piattaforma europea denominata "*AI Skills Academy*", capace di offrire formazione specializzata in materia di IA grazie a una stretta collaborazione con università, centri di ricerca e imprese. In aggiunta, si propone una sperimentazione pilota in almeno otto Stati Membri per un corso di laurea europeo sull'IA generativa, che sia bilingue e preveda stage obbligatori, nonché partnership con l'ecosistema industriale. In questo contesto, un ruolo rilevante è affidato — condivisibilmente — a programmi dedicati all'upskilling e al reskilling, con un focus particolare per i lavoratori (di PMI, mid-cap, startup e PA) over 45 e i professionisti non STEM, come pure all'innalzamento dell'awareness e delle competenze trasversali per l'intera popolazione. Inoltre, si punta a istituire programmi di fellowship per attrarre i talenti non europei.

Sempre in materia di skills e formazione, deve essere necessariamente menzionata la **Comunicazione della Commissione sull'Unione delle Competenze**, pubblicata a inizio marzo¹¹, intervento anch'esso già delineato nella Bussola della Competitività e che ha raccolto molti suggerimenti contenuti nei **Rapporti Draghi e Letta**. Il programma di Unione delle Competenze non si focalizza solo su quelle digitali così come non riguarda esclusivamente gli impatti dell'IA, anche se, come chiaramente rilevato da ultimo dall'edizione 2025 del rapporto *Future of Jobs* del World Economic Forum, le tecnologie digitali rappresentano il principale fattore di cambiamento del mercato del lavoro nei prossimi anni. Nella Comunicazione, l'UE si impegna a raggiungere obiettivi specifici che aiuteranno la competitività del blocco: facilitare il reclutamento per le imprese in tutta l'UE, innalzare il livello delle competenze di base e avanzate, supportare programmi di riqualificazione e attrarre e (soprattutto) trattenere i migliori talenti in Europa. **L'Unione delle Competenze si basa su quattro pilastri**, dotati di azioni e relativi schemi o piani strategici, già lanciati o che verranno attuati con gli Stati membri nel prossimo futuro: costruire competenze per la vita e un lavoro di qualità; aggiornamento e riqualificazione continui; facilitare la libera circolazione dei lavoratori; attrarre, sviluppare e trattenere talenti. Tra le principali novità, oltre a un **Piano d'azione sulle competenze di base** e a un **Piano strategico per l'istruzione STEM**, presentati insieme alla Comunicazione, si prevedono nel prossimo futuro una nuova

¹⁰ European Commission, *AI Continent Action Plan*, COM(2025) 165.

¹¹ European Commission, *The Union of Skills*, COM(2025) 90.

strategia per l'istruzione e la formazione professionale (VET) per rendere l'istruzione e la formazione professionale più attraenti, innovative e inclusive, un **Patto rafforzato per le competenze** per aumentare il numero di lavoratori riqualificati nei settori strategici, un progetto pilota chiamato **Garanzia delle competenze** per offrire ai lavoratori a rischio disoccupazione l'opportunità di acquisire nuove competenze, un'iniziativa per la **Portabilità delle competenze** per facilitare la mobilità dei lavoratori, insieme alla creazione di un nuovo diploma europeo comune per facilitare programmi di studio congiunti e un nuovo diploma europeo VET (*vocational education and training*). Saranno inoltre potenziate le **Alleanze delle università europee** e si proverà a rendere il **programma Erasmus+** più inclusivo e accessibile. Per migliorare la mobilità di studenti e insegnanti nelle scuole, verranno inoltre sviluppate le **Alleanze delle Scuole Europee**.

Italia

Accanto al framework regolamentare europeo che, come visto, è entrato nel vivo della fase applicativa, anche il nostro Paese sta compiendo importanti passi avanti rispetto alle politiche nazionali in tema di intelligenza artificiale.

Dando seguito e anzi sviluppando più estesamente il Piano strategico 2022-2024, varato dal Governo Draghi nel novembre 2021, l'attuale Governo ha promosso e pubblicato nello scorso luglio la **"Strategia Italiana per l'Intelligenza Artificiale 2024-2026"**, imperniata su quattro aree tematiche (ricerca, pubblica amministrazione, imprese e formazione).

Concentrandoci per questioni di spazio e di maggiore attinenza con le ultime due, **relativamente alle imprese, spiccano per importanza e concretezza due azioni strategiche**. In primis, **la previsione di facilitatori radicati sul territorio che possano assistere in particolare le piccole e medie imprese**. A loro spetta l'erogazione di servizi di innovazione a partire dall'assessment della maturità tecnologica delle aziende e dei loro bisogni di investimento. Un'altra azione strategica di notevole valore, a fronte degli elevati costi di compliance attesi derivanti dall'AI Act, è il previsto **sostegno alle attività di certificazione per le attività ad alto rischio e, in particolare per piccole e medie imprese e startup, per accedere alle sandbox regolamentari**, come ricordato in precedenza elemento centrale pro-innovativo del regolamento UE. Per le startup sono poi previste ulteriori forme di supporto e la promozione di partnership pubblico-privato.

L'asse della formazione tiene insieme il rafforzamento di quella specialistica, già interessata grazie anche al piano strategico del 2021 da provvedimenti che si sono mossi nella giusta direzione (ad esempio, il dottorato nazionale in IA) e il supporto a didattica e formazione di base, a partire dalla formazione dei docenti delle scuole e a favore dei cittadini. Condivisibile anche l'idea di una versione multimediale dell'iniziativa "Elementi di AI" per abbattere le barriere di accesso e permettere davvero a tutti di ricevere nozioni di base sugli sviluppi tecnologici in corso. Così come quella di consorzi nei quali le grandi imprese possano erogare formazione in una logica di filiera anche ai dipendenti di aziende più piccole, un'idea che era già stata enunciata nella prima versione di questo documento.

Per attuare la Strategia nazionale e implementare alcune parti dell'AI Act che richiedono un atto degli Stati membri (es. la designazione delle autorità preposte alle attività previste), o più discutibilmente almeno laddove introducono ulteriori adempimenti, anche per colmare alcuni presunti vuoti del regolamento europeo e della normativa nazionale, **il Governo ha presentato nella primavera del 2024 il disegno di legge "Disposizioni e deleghe al Governo in materia di intelligenza artificiale" (c.d. "ddl IA")**, ora all'esame della Camera dei Deputati (Atto Camera n. 2316) dopo essere stato approvato dal Senato lo scorso 20 marzo.

Si tratta di un disegno di legge composto da 7 capi e 28 articoli dedicati alla normativa di principio, alle disposizioni di settore, alla governance, alle autorità nazionali e alle azioni di promozione, alla tutela del diritto d'autore, alle disposizioni penali e alle disposizioni finanziarie. In particolare, tale disegno di legge reca principi in materia di ricerca, sperimentazione, sviluppo, adozione e applicazione di sistemi e di modelli

di intelligenza artificiale e promuove un utilizzo corretto, trasparente e responsabile, in una dimensione antropocentrica, dell'intelligenza artificiale, volto a coglierne le opportunità. Al contempo, garantisce la vigilanza sui rischi economici e sociali e sull'impatto sui diritti fondamentali dell'intelligenza artificiale.

Soffermandoci sui profili di maggiore interesse per l'Osservatorio, il capo II del provvedimento in esame interviene fissando principi e criteri di impiego dell'IA in specifici ambiti, ossia l'ambito sanitario e di disabilità (dettando specifiche disposizioni circa gli impieghi, le applicazioni e la ricerca, prevedendo altresì che l'interessato abbia il diritto di essere informato sull'impiego di tecnologie di IA), il lavoro (istituendo anche un **Osservatorio sull'adozione di sistemi di intelligenza artificiale nel mondo del lavoro**), le professioni intellettuali, la PA, l'attività giudiziaria e il rafforzamento della cybersicurezza nazionale.

Lo stesso ddl IA individua tempistiche e modalità di aggiornamento della Strategia nazionale per l'IA affidando al Dipartimento per la Trasformazione digitale la predisposizione e l'aggiornamento – almeno su base biennale – della stessa oltre che le attività di coordinamento e monitoraggio e designa, quali autorità competenti all'attuazione della disciplina di cui all'Al Act, l'Agenzia per l'Italia digitale (AgID) e l'ACN; la prima, in particolare, è chiamata a promuovere l'innovazione e lo sviluppo dell'IA, definire le procedure ed esercitare le funzioni ed i compiti in materia di notifica, valutazione, accreditamento e monitoraggio dei soggetti incaricati di verificare la conformità dei sistemi di IA; la seconda, invece, ha la responsabilità della vigilanza, con relative attività ispettive e sanzionatorie, dei sistemi di IA e degli aspetti di sviluppo connessi alla sicurezza. Tali autorità sono congiuntamente deputate ad assicurare il coordinamento tra tutte le altre autorità per l'esercizio delle funzioni di cui al ddl. Peraltro, è previsto che entrambe le autorità competenti – ciascuna per i propri ambiti di competenza – collaborino per istituire e gestire congiuntamente spazi di sperimentazione¹².

Si prevedono inoltre investimenti – anche sotto forma di equity e quasi equity – fino a un miliardo di euro nel capitale di rischio di imprese che operano in Italia nei settori dell'IA, della cybersicurezza, nonché delle tecnologie quantistiche e dei sistemi di telecomunicazioni. Tali investimenti potranno essere effettuati operativamente da Cdp Venture Capital Sgr, che ha già istituito negli scorsi mesi un Fondo per l'IA, con una dotazione iniziale di 500 milioni di euro, già operativo e con alcuni primi investimenti in startup annunciati di recente.

Infine, il provvedimento in itinere prevede una delega al Governo che dovrà essere esercitata entro dodici mesi – a partire dall'entrata in vigore della legge una volta approvato definitivamente il ddl – per l'adozione di uno o più decreti legislativi in diverse materie molto rilevanti tra le quali l'istruzione e la formazione. Nello specifico, l'attuale testo prevede tra le altre le seguenti riserve di intervento da parte del Governo: previsione di percorsi di alfabetizzazione e formazione in materia di utilizzo dei sistemi di intelligenza artificiale; previsione, da parte degli ordini professionali e delle associazioni di categoria maggiormente rappresentative, nonché da parte delle forme aggregative delle associazioni, di percorsi di alfabetizzazione e formazione, per i professionisti e per gli operatori dello specifico settore, all'uso dei sistemi di intelligenza artificiale; potenziamento, all'interno dei curricula scolastici, dello sviluppo di competenze scientifiche, tecnologiche, ingegneristiche e matematiche legate alle discipline STEM, nonché artistiche, al fine di promuovere la scelta da parte delle studentesse e degli studenti, anche attraverso mirate attività di orientamento personalizzato, di percorsi di formazione superiore relativi alle menzionate discipline; previsione, nei corsi universitari e delle istituzioni di alta formazione artistica, musicale e coreutica (AFAM), nonché nei percorsi di istruzione tecnologica superiore offerti dagli istituti tecnologici superiori (ITS Academy), coerentemente con i rispettivi profili culturali e professionali, di attività formative per la comprensione tecnica e l'utilizzo consapevole anche sotto il profilo giuridico delle tecnologie, anche con riferimento ai sistemi di intelligenza artificiale come definiti dalla disciplina europea, nonché per la corretta interpretazione della produzione di tali sistemi in termini di previsioni, contenuti, raccomandazioni o

¹² In ogni caso, Banca d'Italia, CONSOB e IVASS rimangono competenti nel ruolo di autorità di vigilanza del mercato per i soggetti da loro vigilati.

decisioni; valorizzazione delle attività di ricerca e di trasferimento tecnologico in materia di intelligenza artificiale svolte da università, istituzioni AFAM, ITS Academy ed enti pubblici di ricerca, mediante disposizioni finalizzate al perseguimento dei seguenti obiettivi: 1) agevolare il coinvolgimento del sistema dell'università e della ricerca nella promozione, nella realizzazione e nell'utilizzo di spazi di sperimentazione normativa in collaborazione con il mondo produttivo; 2) incentivare le attività di supporto e semplificare gli strumenti di collaborazione tra il sistema dell'università e della ricerca e degli ITS Academy e le Autorità nazionali (AgID e ACN).

Naturalmente l'auspicio è che il ddl possa diventare presto legge e, al contempo, al più tardi attraverso i successivi decreti legislativi, possano essere individuate **risorse adeguate rispetto alle ambizioni della Strategia Nazionale affinché quest'ultima possa essere compiutamente attuata.**

B. Call to action: sviluppare competenze *per e con* l'IA generativa

1. Le politiche pubbliche per le imprese

Se l'IA generativa è una tecnologia in grado di assicurare un guadagno di produttività - e quindi competitività - decisivo per le aziende, e visto che il sistema produttivo italiano è dominato da piccole e medie imprese, ne consegue che **è di capitale importanza per la nostra economia trovare delle soluzioni efficaci per fare avvicinare tali piccole e medie imprese a questo tipo di soluzioni innovative.**

Le leve da azionare sono tre:

- 1. diffusione di conoscenza e consapevolezza sulla tecnologia a livello manageriale/strategico;**
- 2. politiche industriali di incentivazione;**
- 3. rafforzamento della formazione di competenze interne e in ingresso;**

Per prima cosa serve che sul territorio e quindi nei distretti industriali, si facciano attività di divulgazione mirate ai piccoli imprenditori. Serve che chi ha la responsabilità sulle scelte strategiche della piccola e media impresa abbia un'idea quanto più possibile chiara di quali sono le potenzialità e i limiti dell'IA generativa e, soprattutto, di quali siano gli *use case* interni sul quale l'IA generativa può essere sperimentata. Questo tipo di iniziative può essere avviato da associazioni di categoria, digital innovation hub ed eventualmente anche Università o aziende ICT che presidiano i territori. Un esempio è il roadshow "IA e PMI – esperienze da un futuro presente" organizzato da Anitec-Assinform e Piccola Industria Confindustria.

In secondo luogo, servono politiche pubbliche che intervengano sulla capacità di investimento in innovazione delle piccole e medie imprese. Non si tratta, in questo caso, solo di "capacity" intesa come disponibilità di risorse: il problema dell'avvicinamento all'IA è multidimensionale. L'IA non è considerabile come una tecnologia "plug and play". Investire in IA significa infatti iniziare un percorso, che parte dal lavoro sui dati presenti in azienda e che comporta un procedimento spesso per "trial and error" prima di arrivare a un risultato soddisfacente, il quale è comunque, il più delle volte, oggetto di miglioramento continuo.

Per garantire che gli incentivi alle PMI per gli investimenti in soluzioni di IA siano efficaci, è essenziale prevedere una fase preliminare di consulenza o valutazione dei progetti. Questo permetterebbe, prima dell'erogazione dei fondi, di confermare che l'IA sia la scelta tecnologica ottimale per risolvere specifici problemi aziendali e che, inoltre, ne venga massimizzato l'effetto sulla competitività.

Propedeutica a questa fase potrebbe essere la possibilità di sfruttare la positiva esperienza fatta in occasione di Industria 4.0 attraverso la predisposizione di un questionario di maturità digitale predisposto dal Polimi e Assoconsult e somministrato alle PMI dalla rete dei DIH di Confindustria per individuare i gap da colmare in collaborazione con i Competence Centre promossi e finanziati da MISE e MIUR in termini di sviluppo tecnologico e formazione di competenze. Si potrebbe quindi aggiornare lo scopo ed il processo, focalizzandolo sull'AI e, in particolare, sull'AI Generativa.

Infine, è fondamentale che venga migliorata la diffusione di competenze in ambito IA nelle aziende e, in generale, nel mercato del lavoro. Per questo fine serve agire sulla riqualificazione della forza lavoro e sulla formazione di competenze in ingresso nel mercato del lavoro.

L'Italia non si è mai dotata di un sistema organico di formazione e riqualificazione dei lavoratori¹³. In questo senso andrebbero sfruttate maggiormente le risorse che potrebbero venire dall'industria ICT, per rafforzare la riqualificazione "digitale dei lavoratori". L'attuale sistema di riqualificazione professionale sconta inoltre delle criticità sulla certificazione delle competenze che dovrebbero essere acquisite nonché sul monitoraggio dei programmi in corso. Per questo motivo, **misure per la riqualificazione professionale dei lavoratori occupati** potrebbero riguardare:

- incentivazione alle imprese che si impegnano a riqualificare i propri dipendenti in base a percorsi condivisi e certificati;
- incentivazione alle imprese che mettono a disposizione i propri sistemi di formazione aziendale (es. academy) per erogare percorsi formativi condivisi e certificati, volti alla riqualificazione di persone diverse dai propri dipendenti.

A livello sistemico, il mercato dell'IA sconta – come l'industria del digitale in generale – un grave *skill gap* tra domanda e offerta di lavoro. In particolare, i dati dell'Osservatorio Competenze Digitali 2023, indicano come in Italia gli annunci di lavoro pubblicati sul web per reclutare professionisti ICT siano aumentati dalle 25mila unità di inizio 2019 alle 54mila di febbraio 2023 (+116%). Ma università, ITS Academy e scuole superiori non riescono a rispondere tempestivamente: nel 2022, per circa 219.000 annunci pubblicati online, solo 44.000 neolaureati o diplomati ICT erano entrati nel mercato del lavoro. Anche se c'è qualche segnale incoraggiante, sia pure ancora timido. L'Osservatorio Competenze Digitali 2024, realizzato congiuntamente da AICA, Anitec-Assinform, Assintel e Assinter, riporta nel 2023 un numero di laureati ICT in crescita del 9% e nei corsi di laurea affini del 6% rispetto al 2022, per un totale di 61.722. Tuttavia, guardando al futuro, solo il 16% dei nuovi corsi di laurea approvati dall'ANVUR per l'anno accademico 2024/25 riguardano l'ICT.

Questi dati fotografano come il sistema della formazione italiano sia, nonostante alcuni passi in avanti fatti negli ultimi anni, ben lontano dal colmare la grande domanda di competenze proveniente dalle industrie.

La formazione di competenze è la pietra angolare su cui fare crescere un'industria del digitale in grado di trasformare il Paese. Per questo motivo l'Italia ha bisogno di politiche pubbliche che agiscano su tre fronti:

- **reformare il sistema universitario e scolastico**, garantendo una formazione ICT accessibile e inclusiva;
- **digitalizzare il mercato del lavoro**, sia attraverso il rinnovamento degli schemi di apprendistato e dei dottorati industriali, sia promuovendo l'up-skilling e il re-skilling della forza lavoro attuale. In questo contesto, imprese e lavoratori vanno accompagnati non solo per massimizzare le opportunità ma anche per mitigare i rischi in ambito di sicurezza IA, protezione dati, e, più in generale, sicurezza relativa a tutte le vulnerabilità generate dall'utilizzo di sistemi di IA.
- **sviluppare un "ecosistema digitale"**, promuovendo l'imprenditorialità ICT e la creazione di network collaborativi di filiera, così come una rete dell'offerta formativa coinvolgendo pubblico e privato facendo leva su quello già esistente formato dal network dei DIH di Confindustria, i Competence Centre e gli altri Partneriati Pubblico Privati (come ad esempio FAIR).

Anche per quanto riguarda la formazione della forza lavoro "in ingresso" una possibile soluzione all'attuale skill mismatch potrebbe passare da un maggiore coinvolgimento di attori del mondo industriale nella definizione dei piani di studio, così come nell'erogazione dei corsi. Una prospettiva che al momento è prevista solo per le ITS Academy, in seguito alla recente riforma di questo importante strumento, che nel nostro Paese deve ancora raggiungere una scala adeguata.

¹³ Cappetta, R., Del Conte, M., Bordoni, L., La formazione delle competenze avanzate ICT: linee guida per una formazione diffusa. Anitec-Assinform, novembre 2022. <https://www.anitec-assinform.it/pubblicazioni/policy-paper/la-formazione-delle-competenze-avanzate-ict-linee-guida-per-una-scuola-diffusa.kl>

Per accompagnare i processi di transizione delle imprese, andrebbe inoltre sviluppata una rete di trasferimento tecnologico e di competenze diffusa in tutto il paese in grado di abbassare la soglia di accesso all'innovazione per le Pmi e andrebbero sostenuti gli ecosistemi territoriali digitali innovativi. Così come vanno senz'altro realizzate iniziative di rafforzamento dei sistemi di finanziamento privato allo sviluppo di impresa (fondi di investimento, venture capital, etc.), attualmente in crescita ma ancora molto debole rispetto alla media europea.

2. Adattare l'istruzione scolastica e universitaria alle nuove sfide

Scuola

Il 2023 sarà ricordato come l'anno dell'IA. Tutti ne parlano, molti la utilizzano, ma quanti docenti e studenti conoscono profondamente gli elementi di base del funzionamento dell'IA?

In una recente indagine "Navigare il futuro"¹⁴ condotta da Doxa-Telefono Azzurro è emerso che, sebbene il 46% degli studenti intervistati (ragazzi di età compresa tra i 12 e i 18 anni) conosca ed utilizzi le applicazioni basate sull'IA (Siri, Alexa, ChatGPT), il 40%, pur conoscendole, non sa che queste applicazioni si basano sull'IA e il restante 4% non le conosce affatto. Questa tendenza è confermata anche dalla survey, su un campione di 2.315 studenti di scuola secondaria di primo e secondo grado, condotta da Skuola.net per "Generazioni connesse"¹⁵, in occasione del Safer Internet Day 2024, secondo la quale due adolescenti su tre hanno sperimentato ChatGPT e altre forme di IA ma solo una minoranza saprebbe spiegare come funzionano. Appena il 27% degli intervistati conosce il funzionamento del sistema del *deep learning* generativo ed è in grado di spiegarlo.

In una quotidianità, dunque, in cui le applicazioni di IA diventano sempre più pervasive e diffuse, quali abilità e competenze dovrebbero esercitare i nostri studenti e docenti per vivere un presente in cui l'intelligenza umana ed artificiale siano sempre più interagenti, interconnesse e non escludenti tra loro? *Veritas filias temporis*, quindi molto probabilmente quella che può sembrare una giusta risposta oggi, potrebbe non esserla domani, soprattutto quando si parla di tecnologie digitali.

Oggi l'educazione all'IA enfatizza l'integrazione dell'etica con gli aspetti tecnici per una migliore comprensione del suo impatto sociale, poiché se è vero che per sviluppare e mantenere i sistemi di IA sono necessarie competenze digitali sofisticate, per lavorare e interagire con le applicazioni di IA servono conoscenze elementari e competenze di base in materia di scienza dei dati. Già nel novembre 2021, ancor prima della diffusione dell'IA su chatbot e semplici applicazioni sul cellulare, l'UNESCO aveva elaborato una "Raccomandazione sull'Etica dell'Intelligenza Artificiale"¹⁶ adottata da tutti i 193 Stati Membri dell'UNESCO:

«Le scuole e gli ambienti di formazione extra-scolare sono cruciali per promuovere la consapevolezza dell'etica dell'IA e rappresentano parte dell'impegno per colmare il divario digitale.

La Raccomandazione presenta l'educazione come un importante veicolo per assicurare che i bambini e gli adulti di tutto il mondo sviluppino un livello adeguato di alfabetismo in materia di IA - che deve riguardare sia la dimensione tecnologica che etica dell'IA.

¹⁴ Navigare il futuro. I risultati della ricerca.

https://azzurro.it/wpcontent/uploads/2024/02/RICERCA_DOXA_Sid2024_2.pdf

¹⁵ <https://www.generazioniconnesse.it/site/it/home-page/>

¹⁶ <https://www.unesco.it/wp-content/uploads/2023/11/Brochure-su-Raccomandazione-UNESCO-sullIntelligenza-Artificiale-1.pdf>

Al contempo, l'applicazione dell'e-learning nelle scuole dà adito essa stessa a dilemmi etici. Ad esempio, l'uso dei dati personali degli studenti dovrebbe rispettare i principi pertinenti di protezione dei dati personali. Gli Stati membri, ma anche le aziende attive nel settore dell'educazione, i docenti e le ONG sono chiamati a:

- *promuovere programmi di consapevolezza generale sugli sviluppi dell'IA e sul loro impatto sui diritti umani dei bambini;*
- *incoraggiare la collaborazione trasversale tra l'educazione alle competenze tecniche e l'educazione all'etica dell'IA e promuovere ricerche interdisciplinari includendo discipline diverse dalle STEM (scienza, tecnologia, ingegneria e matematica);*
- *sostenere la consulenza scientifico-politica per lo sviluppo di politiche sull'IA e contribuire a coltivare la consapevolezza dell'etica dell'IA.»*

Nel 2021 è stato lanciato lo **strumento gratuito di auto-riflessione per gli insegnanti di scuola primaria e secondaria "Selfie for teachers"** che include le competenze relative all'IA e alcune domande che stimolano una riflessione sull'uso degli strumenti dell'IA nella didattica.

Favorire il potenziamento delle competenze digitali degli studenti (intese come conoscenze, abilità e attitudini, in linea con il DigComp 2.2) attraverso un approccio interdisciplinare per prepararli a essere protagonisti consapevoli e attivi in un contesto tecnologico in continua evoluzione.

Anche nella nuova Strategia per la Scuola Digitale è previsto che le scuole, partendo dall'analisi del proprio livello di digitalizzazione tramite autoriflessione, identifichino le azioni concrete da porre in essere per perseguire gli obiettivi di innovazione con particolare attenzione all'uso dell'IA, in linea con il modello proposto dal Ministero.

La formazione sull'uso dell'IA riveste un ruolo centrale. Attraverso interventi sistematici e programmati, costruiti partendo dall'analisi delle reali esigenze delle singole istituzioni scolastiche, si punta a garantire una formazione che modelli la traiettoria futura dell'apprendimento, per una sua maggiore personalizzazione con conseguente riduzione anche del fenomeno della dispersione scolastica.

La formazione dei docenti dovrà seguire tre direzioni per garantire l'acquisizione di competenze *per, con e dell'IA.*

L'insegnamento *per* l'IA deve garantire lo sviluppo di competenze IA ai fini di un utilizzo consapevole, critico e sicuro dei sistemi di IA con l'acquisizione delle conoscenze, delle abilità e degli atteggiamenti necessari per vivere in un mondo circondato e plasmato dalle tecnologie digitali.

L'insegnamento *con* l'IA si dovrà concentrare sui possibili scenari di utilizzo dei sistemi di IA. Attraverso una pedagogia del digitale i docenti dovranno apprendere come:

- l'IA può essere utilizzata per personalizzare l'apprendimento, ad esempio attraverso l'uso di chatbot o servizi di tutoraggio;
- sviluppare una comprensione critica dei limiti e delle sfide dell'IA, e acquisire competenze nella valutazione dell'efficacia e dell'etica dell'uso dell'IA nell'ambito educativo (problem solving, pensiero critico, capacità di analisi, creatività)
- acquisire competenze nella progettazione di attività educative che utilizzano l'IA, compresi i materiali didattici generati dall'IA, valutando criticamente l'efficacia e l'adattabilità di questi materiali.

L'insegnamento *dell'IA* è il segmento più tecnico, incentrato sulla analisi e comprensione del funzionamento degli algoritmi. In quest'area un focus di approfondimento è dedicato al tema dell'etica o, meglio, dell'algoetica. La forza dell'IA risiede nel supporto che essa può offrire al lavoro dei docenti. Facilita, organizza, suggerisce, può indicarci come fare un qualcosa ma non cosa fare. Si tratta in sostanza di promuovere una consapevolezza generale sugli sviluppi dell'IA e sul loro impatto sui diritti umani; di incoraggiare la contaminazione tra l'educazione alle competenze tecniche e l'educazione all'etica dell'IA; contribuire a coltivare la consapevolezza dell'etica dell'IA. Gli insegnanti devono dare prova di consapevolezza e verificare se i sistemi di IA che utilizzano siano affidabili, equi e sicuri; devono inoltre garantire che la

gestione dei dati relativi all'istruzione sia sicura, protegga la riservatezza delle singole persone e sia utilizzata per il bene comune. L'espressione "intelligenza artificiale etica" indica uno sviluppo, una diffusione e un utilizzo dell'IA tali da assicurare il rispetto di norme e principi etici e dei valori fondamentali connessi.

C'è bisogno di riprogettare il curriculum delle scuole affinché includa approfondimenti sia sugli aspetti tecnici del machine learning ma anche sulle implicazioni sociali ed etiche che tali tecnologie determinano. Come indicato dai ricercatori dell'EDEH (European Digital Education Hub) per dotare gli studenti di competenze relative all'IA il curriculum deve coprire le seguenti aree:

- Competenze digitali di base
- Pensiero computazionale
- Matematica
- Applicazioni esistenti dell'IA
- Argomenti specifici dell'IA

Università

L'ambito della formazione universitaria si appresta a intraprendere un percorso evolutivo significativo, mirato a preparare gli studenti alle sfide e alle opportunità presentate dall'IA. In questa transizione, è essenziale delineare competenze minime in ingresso, metodi e strumenti per la formazione, e strutturare un percorso temporale logico, supportato da infrastrutture universitarie adeguate e valutazioni di impatto che riflettano le esigenze del mercato.

All'ingresso dei percorsi formativi universitari, gli studenti devono essere equipaggiati con una serie di competenze fondamentali. Per i percorsi STEM, queste includono una profonda comprensione della matematica e della statistica avanzata, indispensabili per decifrare algoritmi e tecniche di apprendimento automatico. La programmazione, la conoscenza degli algoritmi e le tecniche di data mining sono altrettanto cruciali, così come una solida base nei principi fondamentali dell'IA, inclusi reti neurali, apprendimento profondo e algoritmi generativi.

In coerenza con le competenze fondamentali richieste nei percorsi STEM, vi è una simmetria nei percorsi umanistici e sociali, che si posizionano come complementari nell'ecosistema educativo incentrato sull'IA. La transizione da una base solida in matematica, statistica e programmazione a una comprensione approfondita delle dimensioni etiche, comunicative e socio-psicologiche dell'IA riflette un approccio olistico alla formazione. Quest'ultimo non solo riconosce l'importanza della tecnologia e della sua implementazione ma sottolinea anche la necessità di considerare le implicazioni più ampie dell'IA sulla società. Parallelamente, quindi, i percorsi umanistici e sociali si concentrano sull'importanza di sviluppare una comprensione etica dell'IA, abilità fondamentali in comunicazione e interazione uomo-macchina, e una consapevolezza psicologica e sociologica degli impatti dell'IA. Questo aspetto enfatizza il ruolo cruciale che l'etica, la comunicazione e la comprensione sociale giocano nel garantire che lo sviluppo e l'implementazione dell'IA procedano in modo responsabile e benefico per l'umanità. Inoltre, l'enfasi sull'impatto pedagogico, sulla filosofia della tecnologia e sul ruolo pervasivo dell'IA nella società e nei media digitali estende ulteriormente il campo di applicazione dell'educazione all'IA, integrando conoscenze tecniche con approfondimenti critici e riflessivi sulle tecnologie emergenti. Questa integrazione tra percorsi STEM e umanistici prepara i discenti non solo a navigare ma anche a plasmare attivamente il futuro dell'IA in maniera etica e socialmente responsabile.

La convergenza di questi percorsi formativi richiede un ecosistema educativo dinamico, in grado di adattarsi alle rapide evoluzioni tecnologiche e alle complesse questioni etiche che l'IA presenta. Pertanto, l'adozione di metodi e strumenti per la formazione diventa cruciale per traslare efficacemente queste competenze fondamentali in competenze applicate, pronte per affrontare le sfide reali del mondo dell'IA.

Per raggiungere questo obiettivo, **è essenziale offrire agli studenti un mix equilibrato di corsi teorici e pratici.** Questo include laboratori di sviluppo dove gli studenti possono sperimentare con mano la tecnologia IA, hackathon che stimolano l'innovazione e la risoluzione creativa dei problemi, progetti interdisciplinari che

riflettono la natura complessa dell'IA, e seminari con esperti del settore per fornire approfondimenti dal mondo reale. Questa metodologia didattica consente agli studenti di integrare le conoscenze teoriche con l'applicazione pratica, una sinergia fondamentale per una formazione completa in IA.

Tale approccio pedagogico, però, richiede a sua volta un corpo docente altamente qualificato e costantemente aggiornato sulle ultime evoluzioni nel campo dell'IA. Ecco perché la formazione dei formatori assume un ruolo centrale nel perpetuare l'eccellenza e la pertinenza dell'educazione in IA. La loro competenza e la loro capacità di adattarsi a nuovi sviluppi sono essenziali per la qualità dell'educazione. Di conseguenza, i programmi di aggiornamento continuo, gli scambi di best practices e l'accesso a una community robusta di docenti e ricercatori nel campo dell'IA generativa diventano strumenti indispensabili. Queste risorse assicurano che i formatori rimangano all'avanguardia nel loro campo, permettendo loro di guidare efficacemente gli studenti attraverso il complesso panorama dell'IA.

Investire nella formazione continua dei formatori non solo garantisce che mantengano una comprensione profonda dei rapidi cambiamenti tecnologici, ma facilita anche l'incorporazione di nuove scoperte, tecniche e approcci pedagogici nei programmi di studio. I programmi di aggiornamento continuo offrono ai docenti l'opportunità di rimanere allineati con le ultime tendenze e innovazioni, assicurando che l'istruzione fornita sia attuale che previdente.

La collaborazione con l'industria e il mondo accademico arricchisce ulteriormente questa dinamica, fornendo ai formatori un flusso costante di nuove idee, casi di studio e best practices direttamente dal campo. Questi legami consentono non solo l'accesso a nuove conoscenze e tecnologie ma promuovono anche l'integrazione di esperienze pratiche reali nei curricula, colmando il divario tra teoria e pratica.

Gli scambi internazionali, inoltre, offrono una dimensione globale alla formazione, permettendo ai formatori di immergersi in diversi contesti culturali e accademici, arricchendo la loro prospettiva e approccio all'insegnamento dell'IA.

In questo scenario, emerge naturalmente il bisogno di infrastrutture universitarie adeguate per sostenere e promuovere un ambiente educativo innovativo. La transizione verso una formazione efficace nel campo dell'IA richiede non solo competenze avanzate e nuovi paradigmi di insegnamento, ma anche strumenti e spazi che facilitino l'apprendimento e la ricerca.

Laboratori tecnologici all'avanguardia costituiscono la spina dorsale di questa infrastruttura, fornendo agli studenti e ai formatori accesso a hardware e software di ultima generazione. Questi laboratori permettono l'immersione diretta nelle tecnologie emergenti, essenziali per un apprendimento pratico e sperimentale. Parallelamente, le aule informatiche avanzate facilitano un ambiente di apprendimento collaborativo e interattivo, dove la teoria può essere immediatamente applicata e testata.

Le piattaforme di e-learning e le biblioteche digitali, repository e agenti intelligenti che interagiscono direttamente con gli studenti ampliano ulteriormente l'accesso alle risorse, consentendo agli studenti e ai formatori di rimanere aggiornati con le ultime ricerche e tendenze nel campo dell'IA. Questi strumenti digitali offrono flessibilità e accessibilità, caratteristiche fondamentali in un campo che evolve rapidamente come l'IA.

I centri di ricerca interdisciplinari rappresentano un elemento cruciale di questa infrastruttura, fungendo da hub per la collaborazione tra diverse discipline. Questi centri promuovono un approccio olistico alla ricerca e all'innovazione in IA, incoraggiando la sinergia tra competenze tecniche, etiche, sociali e umanistiche.

Infine, è cruciale un monitoraggio costante e una valutazione di impatto per assicurare che l'educazione fornita sia in linea con le esigenze del mercato. Questo include il monitoraggio delle valutazioni degli studenti, l'integrazione del feedback industriale e la revisione periodica delle dichiarazioni SSD per garantire che i contenuti dei corsi rimangano pertinenti e aggiornati.

Affrontando queste sfide, inclusi il rapido avanzamento tecnologico, il bilanciamento tra teoria e pratica e le implicazioni etiche e sociali dell'IA, il percorso educativo proposto si pone come un modello innovativo e pragmatico per preparare efficacemente le future generazioni ai compiti che li attendono nell'era dell'IA.

3. Fare didattica con l'IA generativa

L'attuale paradigma didattico e formativo è basato su un modello educativo strutturato e sequenziale, dove il trasferimento di conoscenze avviene attraverso metodi tradizionali quali lezioni frontali, manuali di testo e esercitazioni standardizzate. Questo approccio, sebbene abbia storicamente dimostrato la sua efficacia, presenta limitazioni in termini di personalizzazione dell'apprendimento e di adattabilità ai diversi stili e ritmi di apprendimento degli studenti.

Tradizionalmente, l'insegnamento si è infatti concentrato su un modello "one-size-fits-all", dove il docente trasmette le conoscenze seguendo un curriculum standardizzato, indirizzato alla cosiddetta "parte mediana" della classe (Bondie et al., 2019). Questo approccio si basa sull'ipotesi che tutti gli studenti, indipendentemente dalle loro capacità individuali, possano beneficiare di un unico metodo di insegnamento. Tuttavia, tale modello presenta delle criticità sostanziali, in particolare la tendenza a trascurare le esigenze degli studenti che si posizionavano alle "code della curva", ovvero coloro che eccellono nel programma o che, al contrario, incontrano maggiori difficoltà. **Nell'ultimo periodo, si sta assistendo a una graduale transizione verso approcci più olistici e centrati sullo studente, come l'apprendimento basato su progetti, l'insegnamento capovolto (*flipped classroom*), e l'apprendimento cooperativo.** Questi metodi, che pongono lo studente al centro del processo educativo, sono supportati da una crescente base di ricerche che ne attestano l'efficacia nel migliorare non solo la comprensione degli argomenti trattati ma anche lo sviluppo di competenze trasversali importanti (Brame, C., 2013).

L'IA generativa rappresenta un'importante area di innovazione nella didattica con un forte impatto sulla società. Il settore dell'istruzione e della formazione si trova di fronte all'essenziale compito di preparare le nuove generazioni ai cambiamenti e alle prospettive imminenti.

L'avvento dell'IA generativa segna un'evoluzione epocale in questo panorama, agendo come un catalizzatore per un'innovazione pedagogica mirata. **Attraverso l'IA, si è aperta innanzitutto la prospettiva di un insegnamento personalizzato e dinamico, che sposa la tradizione didattica con l'agilità del digitale.** La capacità della IA generativa di analizzare grandi volumi di dati per identificare modelli e adattare di conseguenza i percorsi didattici permette di creare esperienze educative altamente personalizzate. **Questo non solo migliora l'engagement e la motivazione degli studenti, ma consente anche un apprendimento più profondo e duraturo.** Inoltre, la IA generativa può facilitare lo sviluppo di ambienti di apprendimento virtuali interattivi, offrendo scenari simulati e giochi di ruolo che replicano situazioni reali, permettendo agli studenti di applicare le conoscenze in contesti pratici e di acquisire competenze trasversali cruciali.

Gli sviluppi più recenti ci pongono però di fronte a una soglia più profonda di integrazione dell'IA generativa nella didattica: **quella in cui l'ambiente formativo non è più solo personalizzabile, ma co-evolutivo.** La relazione uno-a-uno con istanze generative oggi è dialogica, riflessiva, plasmabile nel tempo. Non si tratta più solo di adattare i contenuti all'individuo, ma di **co-costruire forme di intelligenza situata tra umano e AI.** **Questo implica una trasformazione epistemica e pedagogica radicale, basata su cinque pilastri.**

In primo luogo, **il passaggio dalla personalizzazione all'intelligenza relazionale e ibrida.** Il paradigma one-to-one deve evolvere verso forme simmetriche di apprendimento, in cui l'AI non è solo strumento, ma partner cognitivo. Significa in particolare introdurre:

- **un'ecologia dell'apprendimento aumentato**, in cui l'identità del discente si plasma attraverso una relazione continua con istanze AI adattive, non predittive;
- **un principio di co-agency formativa**, dove non è solo lo studente a ricevere, ma anche l'istanza generativa ad apprendere dal contesto umano;

- **una nuova grammatica educativa** fondata sulla plasticità condivisa, che supera il modello input-output.

In secondo luogo, stiamo assistendo a una **rapida transizione da semplici “AI tutor” a istanze multimodali narrative (LearnLM, Lumiere, Sora) che co-generano ambienti di senso**. L'apprendimento avviene in uno spazio semantico generativo, dove testo, voce, immagine, codice, gesto e tempo si intrecciano. Questo genera almeno tre esigenze nuove: ripensare le piattaforme educative come mondi di interazione generativa, non semplici LMS estesi; creare dashboard relazionali in cui il docente possa osservare l'evoluzione della coppia umano-AI e intervenire nella loro dinamica; riformulare la didattica non per “unità di apprendimento”, ma per soglie trasformative condivise.

Il concetto di Classe GenAI dovrebbe inoltre diventare un laboratorio nazionale permanente, ma non come semplice “dotazione tecnologica”. Piuttosto **come ecosistema riflessivo in cui ogni studente e docente dialogano con un'istanza AI personale, formativa, verificabile e trasparente**. Il vero output atteso non è tanto l'aumento delle performance standardizzate, ma la formazione di una cittadinanza cognitiva ibrida, capace di convivere con le AI, di riconoscerne limiti e possibilità e lo sviluppo di competenze meta-apprenditive, ovvero la capacità di apprendere come si evolve l'apprendimento stesso nella relazione con le istanze generative.

Quarto elemento, **dal curriculum statico si deve inoltre passare al co-design adattivo dei percorsi educativi**. Il syllabus, in questo scenario, non può che diventare dinamico, tracciabile, riflessivo e condiviso. Non è più solo il frutto dell'intenzionalità del docente, ma nasce dall'incontro tra l'intelligenza esperta del formatore e quella generativa dell'AI, in una forma di pedagogia adattiva co-progettata. Questa evoluzione comporta la ridefinizione delle competenze fondamentali non solo in termini di contenuto, ma di capacità di abitare ambienti generativi nonché **la formazione degli insegnanti non come “utenti dell'AI”, ma come architetti di interazioni cognitive ibride**.

Infine, in molte sperimentazioni, le istanze AI si sono rivelate più inclusive del sistema scolastico stesso: meno giudicanti, più pazienti, più flessibili. **È il momento di valorizzare l'inclusione non come obiettivo, ma come metodo**. L'educazione AI-centrica non deve adattarsi agli “standard”, ma generare nuovi standard a partire dalla pluralità delle intelligenze attraverso la costruzione di linee guida etiche, pedagogiche e cognitive per un'educazione ibrida trasparente, verificabile e non manipolativa.

Un ringraziamento speciale a Stefano da Empoli di I-Com per il prezioso lavoro di elaborazione e di sintesi dei contributi ricevuti da tutti i membri dell'Osservatorio per la redazione del documento strategico e, in particolare, da Ezia Palmeri e Flavio Tonelli.



Generative Artificial Intelligence Learning and Innovation Hub