



Nazioni Unite
Educativo, scientifico e
Organizzazione Culturale

Formazione scolastica
Settore

07

Intelligenza artificiale nell'istruzione: Sfide e opportunità per Sviluppo sostenibile

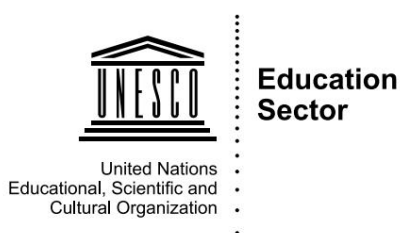
Intelligenza artificiale nell'istruzione:

Sfide e opportunità per

Sviluppo sostenibile

Settore Istruzione dell'UNESCO

L'istruzione è la massima priorità dell'UNESCO perché è un diritto umano fondamentale e il fondamento su cui costruire la pace e guidare lo sviluppo sostenibile. L'UNESCO è l'agenzia specializzata delle Nazioni Unite per l'istruzione e il settore dell'istruzione fornisce una leadership globale e regionale nell'istruzione, rafforza i sistemi educativi nazionali e risponde alle sfide globali contemporanee attraverso l'istruzione, con particolare attenzione all'uguaglianza di genere e all'Africa.



L'Agenda 2030 per l'istruzione globale

L'UNESCO, in quanto agenzia specializzata delle Nazioni Unite per l'istruzione, è incaricata di guidare e coordinare l'Agenda Educazione 2030, che fa parte di un movimento globale per sradicare la povertà attraverso 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile entro il 2030. L'istruzione, essenziale per raggiungere tutti questi obiettivi, ha il proprio obiettivo 4 dedicato, che mira a **"garantire un'istruzione di qualità inclusiva ed equa e promuovere opportunità di apprendimento permanente per tutti"**. Il quadro d'azione per l'istruzione 2030 fornisce orientamenti per l'attuazione di questo ambizioso obiettivo e impegni.



Publicato nel 2019 dalle Nazioni Unite
Educativo, Scientifico e Culturale
Organizzazione, 7, place de Fontenoy, 75352
Parigi 07 SP, Francia

© UNESCO 2019

DMS: 292_19 ED-2019/WS/8

Le denominazioni utilizzate e la presentazione del materiale in questa pubblicazione non implicano l'espressione di alcuna opinione da parte dell'UNESCO in merito allo status giuridico di qualsiasi paese, territorio, città o area o delle sue autorità, o in merito alla delimitazione delle sue frontiere o confini.

Le idee e le opinioni espresse in questa pubblicazione sono quelle degli autori; non sono necessariamente quelli dell'UNESCO e non impegnano l'Organizzazione.

Questo documento fa parte di una serie destinata ad alimentare il dibattito internazionale su un'ampia gamma di questioni di politica dell'istruzione.

Maggiori dettagli sulla serie di UNESCO Working
I documenti sulla politica dell'istruzione possono essere ottenuti da:

Francesco Pedro
Politica dell'istruzione
Settore dell'istruzione
dell'UNESCO Email:
f.pedro@unesco.org <https://en.unesco.org/themes/education-policy-planning/>

Progettato e stampato dall'UNESCO

Stampato in Francia

Sommario

Ringraziamenti	4
----------------------	---

Astratto.....	4
---------------	---

Sintesi	5
---------------	---

Introduzione.....	7
-------------------	---

Sezione I: Sfruttare l'IA per migliorare l'apprendimento e l'equità	11
---	----

(1) AI per promuovere la personalizzazione e migliori risultati di apprendimento.....	12
---	----

(2) Analisi dei dati nei sistemi informativi di gestione dell'istruzione (EMIS) e l'evoluzione verso i sistemi di gestione dell'apprendimento (LMS).....	15
---	----

Sezione II: Preparare gli studenti a prosperare in futuro con l'IA	17
--	----

(1) Un nuovo curriculum per un mondo digitale e basato sull'IA	18
--	----

(2) Rafforzamento delle capacità di intelligenza artificiale attraverso l'istruzione e la formazione post-scolastiche.....	22
--	----

Sezione III: IA nell'istruzione: sfide e implicazioni politiche	25
---	----

Prima sfida: una politica pubblica globale sull'IA per lo sviluppo sostenibile.....	26
---	----

Seconda sfida: garantire l'inclusione e l'equità nell'IA nell'istruzione.....	28
---	----

Terza sfida: preparare gli insegnanti a un'istruzione basata sull'IA e preparare l'IA a comprendere l'istruzione.....	28
Quarta sfida : Sviluppare sistemi di dati inclusivi e di qualità	30

Quinta sfida: rendere significativa la ricerca sull'IA nell'istruzione	31
--	----

Sesta sfida: etica e trasparenza nella raccolta, utilizzo e diffusione dei dati.....	32
--	----

CONCLUSIONI	34
-------------------	----

ALLEGATO	37
----------------	----

Definizione di IA e concetti correlati	37
--	----

RIFERIMENTI	41
-------------------	----

Ringraziamenti

Questo documento di lavoro è stato prodotto dalla Divisione per le politiche e i sistemi di apprendimento permanente nel settore dell'istruzione dell'UNESCO in collaborazione con ProFuturo. È stato redatto da Francesc Pedro e Miguel Subosa (UNESCO), Axel Rivas (Udesa) e Paula Valverde (ProFuturo, Telefonica), con il contributo di Sara Bin-Mahfooz e Satoko Yano (UNESCO), Richard Benjamins (LUCA, Telefonica), Edson Prestes (UFRGS) e Javier Martinez Elicegui.

Il documento ha beneficiato anche dei contributi dei seguenti esperti: Borhene Chakroun, Keith Holmes, Valtencir Mendes e Mark West (UNESCO), Javier Gonzalez Casado (ProFuturo), Pedro Antonio de Alarcon e Javier Carro (LUCA, Telefonica), Manuel Martin -Merino (UPSA), Massa Mufti (Sonbola), Lars Stalling (Alpha, Telefonica), Susan Teltscher e Kemal Huseinovic (ITU), Alexa Joyce (Microsoft), Lauren Dawes (GSMA) e Andrea Naletto.

Astratto

L'intelligenza artificiale è un dominio tecnologico in forte espansione in grado di alterare ogni aspetto delle nostre interazioni sociali. Nell'istruzione, l'IA ha iniziato a produrre nuove soluzioni di insegnamento e apprendimento che sono ora in fase di sperimentazione in diversi contesti. Questo documento di lavoro, scritto per i responsabili politici dell'istruzione, anticipa la misura in cui l'IA influisce sul settore dell'istruzione per consentire risposte politiche informate e appropriate. Questo documento raccoglie esempi dell'introduzione dell'IA nell'istruzione in tutto il mondo, in particolare nei paesi in via di sviluppo, discussioni nel contesto della Settimana dell'apprendimento mobile 2019 e oltre, come parte dei molteplici modi per raggiungere l'Obiettivo di sviluppo sostenibile 4, che si impegna per obiettivi equi e di qualità istruzione per tutti.

In primo luogo, questo documento analizza come l'IA può essere utilizzata per migliorare i risultati dell'apprendimento, presentando esempi di come la tecnologia dell'IA può aiutare i sistemi educativi a utilizzare i dati per migliorare l'equità e la qualità dell'istruzione nei paesi in via di sviluppo. Successivamente, il documento esplora i diversi mezzi con cui i governi e le istituzioni educative stanno ripensando e rielaborando i programmi educativi per preparare gli studenti alla crescente presenza dell'IA in tutti gli aspetti dell'attività umana. Il documento affronta quindi le sfide e le implicazioni politiche che dovrebbero far parte delle conversazioni globali e locali riguardanti le possibilità e i rischi dell'introduzione dell'IA nell'istruzione e della preparazione degli studenti a un contesto basato sull'IA.

Infine, questo documento riflette sulle direzioni future per l'IA nell'istruzione, terminando con un invito aperto a creare nuove discussioni sugli usi, le possibilità e i rischi dell'IA nell'educazione per lo sviluppo sostenibile.

Esecutivo

Riepilogo

L'intelligenza artificiale è un dominio tecnologico in forte espansione in grado di alterare ogni aspetto delle nostre interazioni sociali.

Nell'istruzione, l'IA ha iniziato a produrre nuove soluzioni di insegnamento e apprendimento che sono ora in fase di sperimentazione in diversi contesti. L'intelligenza artificiale richiede infrastrutture avanzate e un ecosistema di fiorenti innovatori, ma per quanto riguarda le urgenze dei paesi in via di sviluppo? Dovranno aspettare il "lusso" dell'IA? O l'intelligenza artificiale dovrebbe essere una priorità da affrontare il prima possibile per ridurre il divario digitale e sociale?

Queste sono alcune delle domande che guidano questo documento.

A questo proposito, questa discussione urgente dovrebbe essere ripresa con un quadro chiaro di ciò che sta accadendo e di ciò che si può fare. Questo documento raccoglie esempi di come l'IA è stata introdotta nell'istruzione in tutto il mondo, in particolare nei paesi in via di sviluppo. Getta anche i semi di dibattiti e discussioni nel contesto del Mobile 2019

Learning Week e oltre, come parte dei molteplici modi per raggiungere l'obiettivo di sviluppo sostenibile 4, che si rivolge all'istruzione.

Questo documento è stato redatto per i responsabili politici dell'istruzione e anticipa la misura in cui l'IA influisce sul settore dell'istruzione in modo che possano essere fornite risposte politiche informate e appropriate a questo proposito.

La prima sezione di questo documento analizza come l'IA può essere utilizzata per migliorare i risultati dell'apprendimento. Presenta esempi di come la tecnologia AI può aiutare i sistemi educativi a utilizzare i dati per migliorare l'equità e la qualità dell'istruzione nei paesi in via di sviluppo. La sezione è divisa in due argomenti che affrontano soluzioni pedagogiche e di sistema:

i) AI per promuovere la personalizzazione e migliori risultati di apprendimento, esplorando come l'IA può favorire l'accesso all'istruzione, ambienti collaborativi e sistemi di tutoraggio intelligenti per supportare gli insegnanti. Introduciamo brevemente casi di paesi come Cina, Uruguay, Brasile, Sud Africa e Kenya come esempi di soluzioni sperimentali concepite da politiche pubbliche, organizzazioni filantropiche e private.

ii) Analisi dei dati nei sistemi informativi di gestione dell'istruzione (EMIS). Qui presentiamo opportunità per migliorare la capacità di uno stato di gestire sistemi educativi su larga scala aumentando i dati dalle scuole e dall'apprendimento, presentando casi da Emirati Arabi Uniti, Kenya, Bhutan, Kirghizistan e Cile.

La seconda sezione "Preparare gli studenti a prosperare in un futuro saturo di intelligenza artificiale" esplora i diversi mezzi con cui i governi e le istituzioni educative stanno ripensando e rielaborando i programmi educativi per preparare gli studenti

per la crescente presenza dell'IA in tutti gli aspetti dell'attività umana. Sulla base di esempi tratti da diversi contesti, la sezione è inoltre suddivisa in due parti principali:

i) "Un nuovo curriculum per un mondo digitale e basato sull'intelligenza artificiale" elabora ulteriormente l'importanza di avanzare nei quadri di competenze digitali per insegnanti e studenti. Vengono presentate alcune iniziative in corso come il "Global Framework to Measure Digital Literacy" e "ICT Competencies and Standards from the Pedagogical Dimension". La discussione della dimensione curriculare

viene ampliato per includere nuove esperienze per lo sviluppo del pensiero computazionale nelle scuole con esempi dall'Unione Europea, Regno Unito, Estonia, Argentina, Singapore e Malesia.

ii) La seconda parte è più incentrata sul rafforzamento delle capacità di IA attraverso l'istruzione e la formazione post-base. In che modo ogni paese può preparare le condizioni per un mondo basato sull'intelligenza artificiale? Qui presentiamo alcuni dei casi più avanzati dei paesi sviluppati che stanno generando piani globali per affrontare questa domanda, vale a dire Francia, Corea del Sud e Cina. Presentiamo anche alcuni casi dal settore dell'istruzione e della formazione tecnica e professionale e alcune opportunità da scenari di apprendimento non formale e informale.

L'ultima sezione affronta le sfide e le implicazioni politiche che dovrebbero far parte delle conversazioni globali e locali riguardanti le possibilità e i rischi dell'introduzione dell'IA nell'istruzione e della preparazione degli studenti a un contesto basato sull'IA. Vengono presentate sei sfide:

La prima sfida consiste nello sviluppare una visione completa della politica pubblica sull'IA per lo sviluppo sostenibile. La complessità delle condizioni tecnologiche necessarie per avanzare in questo campo richiede l'allineamento di molteplici fattori e istituzioni. Le politiche pubbliche devono lavorare in collaborazione a livello internazionale e nazionale per creare un ecosistema di intelligenza artificiale al servizio dello sviluppo sostenibile.

La seconda sfida è garantire inclusione ed equità per l'IA nell'istruzione. I paesi meno sviluppati rischiano di subire nuovi divari tecnologici, economici e sociali con lo sviluppo dell'IA. Alcuni ostacoli principali come l'infrastruttura tecnologica di base devono essere affrontati per stabilire le condizioni di base per l'attuazione di nuove strategie che sfruttano l'IA per migliorare l'apprendimento.

La terza sfida è preparare gli insegnanti a un'istruzione basata sull'intelligenza artificiale mentre si prepara l'intelligenza artificiale a comprendere l'istruzione, sebbene questa debba comunque essere una strada a doppio senso: gli insegnanti

deve apprendere nuove competenze digitali per utilizzare l'IA in modo pedagogico e significativo e gli sviluppatori di intelligenza artificiale devono imparare come lavorano gli insegnanti e creare soluzioni sostenibili nella vita reale ambienti.

La quarta sfida è sviluppare sistemi di dati di qualità e inclusivi. Se ci stiamo dirigendo verso la dataficazione dell'istruzione, la qualità dei dati dovrebbe essere la nostra principale preoccupazione.

È essenziale sviluppare le capacità dello Stato per migliorare la raccolta e la sistematizzazione dei dati. Gli sviluppi dell'IA dovrebbero essere un'opportunità per aumentare l'importanza dei dati nella gestione del sistema educativo.

La quinta sfida è rendere significativa la ricerca sull'intelligenza artificiale nell'istruzione. Sebbene ci si possa ragionevolmente aspettare che la ricerca sull'intelligenza artificiale nell'istruzione aumenterà nei prossimi anni, vale tuttavia la pena ricordare le difficoltà che il settore dell'istruzione ha avuto nel valutare la ricerca educativa in modo significativo sia per la pratica che per la definizione delle politiche.

La sesta sfida riguarda l'etica e la trasparenza nella raccolta, utilizzo e diffusione dei dati. L'intelligenza artificiale apre molte preoccupazioni etiche riguardanti l'accesso al sistema educativo, le raccomandazioni ai singoli studenti, la concentrazione dei dati personali, la responsabilità, l'impatto sul lavoro, la privacy dei dati e la proprietà degli algoritmi di alimentazione dei dati. La regolamentazione dell'IA richiederà quindi un dibattito pubblico su etica, responsabilità, trasparenza e sicurezza.

Il documento si conclude con un invito aperto a creare nuove discussioni sugli usi, le possibilità e i rischi dell'IA nell'educazione allo sviluppo sostenibile.

introduzione

In questa era di big data, tutti lasciamo dietro di noi impronte di informazioni individuali, che si traducono in un'abbondanza di dati, consentendo di quantificare oggettivamente il comportamento umano e sociale e, quindi, facilmente tracciabile, modellato e, in una certa misura, previsto. Questo fenomeno che circonda l'impronta informativa è denominato "dataficazione" (Mayer-Schönberger & Cukier, 2014) e interessa anche il settore dell'istruzione. Sebbene la dataficazione sollevi certamente alcune preoccupazioni etiche, che richiedono anche una risposta politica concertata, offre anche un mondo di possibilità in termini di individualizzazione dell'apprendimento e della governance dell'istruzione. Ad oggi, si è discusso poco delle possibilità e dei limiti dell'IA nell'istruzione nei paesi in via di sviluppo, in particolare per quanto riguarda i problemi estremi dei paesi meno sviluppati. Al fine di aiutare a colmare questo

divario, questo documento discuterà delle tecnologie di intelligenza artificiale che i sistemi educativi di tutto il mondo stanno iniziando a utilizzare ed esplorerà anche come hanno aiutato o possono aiutare a migliorare l'apprendimento risultati.

In questo contesto, questo documento si propone di identificare le implicazioni della politica educativa dell'IA esaminando quattro sfide principali:

- 1 Garantire un uso inclusivo ed equo dell'IA in formazione scolastica
- 2 Sfruttare l'intelligenza artificiale per migliorare l'istruzione e l'apprendimento
- 3 Promuovere lo sviluppo delle competenze per il lavoro e la vita nel L'intelligenza artificiale in aula
- 4 Salvaguardia dell'uso trasparente e verificabile di dati sull'istruzione

Questo documento è stato redatto per aiutare i responsabili politici dell'istruzione, in particolare nei paesi in via di sviluppo, a comprendere e anticipare la misura in cui l'IA influisce sul settore dell'istruzione in modo da poter determinare le risposte politiche appropriate.

Esaminando la risposta del settore dell'istruzione all'IA in vari paesi, questo documento suggerisce considerazioni critiche per le politiche pubbliche nei paesi in via di sviluppo per integrare le tecnologie basate sull'IA. L'obiettivo generale è garantire che gli studenti acquisiscano le competenze per prosperare in una società basata sull'intelligenza artificiale. In tal modo, questo documento elabora anche i principali rischi e le sfide che i paesi devono affrontare nel guidare l'uso e lo sviluppo dell'IA.

Questo documento è stato redatto anche per aprire discussioni urgenti sul ruolo dell'IA nell'istruzione nei paesi in via di sviluppo. Per fare ciò, questo documento è ampio e semplice nel suo stile, aperto e attento nei suoi suggerimenti e ricco di esempi per affrontare queste discussioni in dialogo con le applicazioni del mondo reale mentre si svolgono nel presente.

Data la complessità dell'argomento con i cambiamenti che avvengono a un ritmo esponenziale e imprevedibile, le discussioni sulle politiche pubbliche sono state sollecitate ma rinviate dalle urgenze circostanti che i sistemi educativi devono affrontare in tutto il mondo.

Tuttavia, in un mondo che sta diventando alimentato dall'intelligenza artificiale, l'istruzione deve dare la priorità a questa discussione per l'agenda delle politiche pubbliche in ogni contesto.

Questo documento è diviso in tre sezioni.

La sezione I, "Sfruttare l'IA per migliorare i risultati dell'apprendimento", presenta esempi di come la tecnologia dell'IA può aiutare i sistemi educativi a utilizzare i dati per migliorare l'insegnamento nei paesi in via di sviluppo. Questa sezione comprende due sottosezioni che affrontano aspetti pedagogici e di sistema

soluzioni, vale a dire (1) IA per promuovere la personalizzazione e migliori risultati di apprendimento e (2) Analisi dei dati nei sistemi informativi di gestione dell'istruzione (EMIS).

La sezione II, "Preparare gli studenti a prosperare in un futuro saturo di intelligenza artificiale", esplora i diversi mezzi con cui i governi e le istituzioni educative stanno ripensando e rielaborando i programmi di apprendimento per preparare gli studenti alla crescente presenza dell'IA in tutti gli aspetti dell'attività umana. Si basa su esempi provenienti da diversi contesti ed è anch'essa suddivisa in due sottosezioni, vale a dire (1) Un nuovo curriculum per un mondo digitale e basato sull'IA e (2) Rafforzare le capacità dell'IA attraverso l'istruzione e la formazione post-base.

Sezione III, "Sfide e implicazioni politiche".

L'ultima sezione affronta le sfide e le implicazioni politiche che devono far parte delle conversazioni globali e locali sulle possibilità e sui rischi dell'introduzione dell'IA nell'istruzione e della preparazione degli studenti a un contesto basato sull'IA.

l'interesse di a e industrie allo stesso modo. Pochi sviluppi tecnologici nella storia recente sono stati così polarizzanti come l'intelligenza artificiale. Sebbene l'intelligenza artificiale esista da quasi 60 anni, è rimasta comunque una tecnologia marginale fino a poco tempo fa a causa dei radicali cambiamenti degli ultimi anni (indicati come "il grande salto"), che comportano l'abbondanza di dati (big data), l'accesso economico alla potenza di calcolo e ai progressi nell'apprendimento automatico. Il presente documento utilizza termini come AI e Big Data, le due principali parole d'ordine tecnologiche dell'attuale decennio, e altri concetti come machine learning, learning analytics, ecc. come tecnologie che funzionano bene insieme. Va tenuto presente che questi termini sono talvolta usati in modo intercambiabile nelle notizie e negli articoli, creando così confusione. Al fine di evitare tale confusione, questa sottosezione contiene una breve spiegazione di questi concetti, chiarendo le loro differenze e il modo in cui interagiscono (c'è anche un completo glossario in allegato).

Sebbene non esista una definizione diretta e consensuale di AI, diverse definizioni classiche di AI sono comunque fornite dalla diversa letteratura, tra cui McCarthy (2006), Zhong (2006), ITU (2018).

In questo documento, l'intelligenza artificiale è meglio compresa considerando diverse dimensioni ([vedi Figura 1](#))

Una breve introduzione all'IA

Dalla sua "nascita" alla Dartmouth Conference del 1956, il campo dell'intelligenza artificiale (AI) ha continuato a raccogliere

Figura 1. Diverse dimensioni dell'IA

Pensare umanamente	Pensare razionalmente
<p>"L'entusiasmante nuovo tentativo di far pensare i computer... macchine con la mente, in senso pieno e letterale." (Haugeland, 1985)</p> <p>'[L'automazione delle] attività che associamo al pensiero umano, attività come il processo decisionale, la risoluzione di problemi, l'apprendimento...' (Bellman, 1978)</p>	<p>'Lo studio delle facoltà mentali attraverso l'uso di modelli computazionali.' (Charniak & McDermott, 1985)</p> <p>"Lo studio dei calcoli che rendono possibile percepire, ragionare e agire." (Winston, 1992)</p>
Agire umanamente	Agire razionalmente
<p>"L'arte di creare macchine che eseguono funzioni che richiedono intelligenza se eseguite da persone." (Kürzweil, 1990)</p> <p>"Lo studio di come fare in modo che i computer facciano cose in cui, al momento, le persone sono migliori." (Ricco & Cavaliere, 1991)</p>	<p>'L'intelligenza computazionale è lo studio della progettazione di agenti intelligenti.' (Poole, et al., 1998)</p> <p>"L'intelligenza artificiale... si occupa del comportamento intelligente negli artefatti." (Nilson, 1998)</p>

La tabella sopra contiene alcune definizioni di AI di Stuart J.

Russell e Peter Norvig nel loro libro "Artificial Intelligence: A Modern Approach (2010)" (fare riferimento all'allegato per ulteriori dettagli).

La ricerca sull'intelligenza artificiale si è concentrata principalmente sulle seguenti componenti dell'intelligenza: apprendimento, ragionamento, risoluzione dei problemi, percezione e uso del linguaggio. Esistono due tipi di IA, vale a dire l'IA basata sui dati attraverso l'apprendimento automatico (vedi sotto) e l'IA basata sulla conoscenza, basata su una rappresentazione esplicita della conoscenza del dominio su cui ragiona una macchina. L'attuale successo dell'IA è principalmente grazie ai progressi nell'IA basata sui dati.

Nel 1959, Arthur Samuel coniò il termine machine learning solo pochi anni dopo la nascita dell'IA, definendo il concetto come "la capacità di apprendere senza essere esplicitamente programmato".

Fondamentalmente, l'apprendimento automatico è semplicemente un modo per raggiungere l'intelligenza artificiale.

È importante sottolineare che è possibile ottenere l'intelligenza artificiale senza utilizzare l'apprendimento automatico, ma ciò richiederebbe la creazione di milioni di righe di codice con regole complesse e alberi decisionali.

Fare riferimento all'allegato per ulteriori definizioni.

Deep learning è un altro termine ampiamente utilizzato che è anche uno dei tanti approcci all'apprendimento automatico. La lunga lista di ulteriori approcci comprende l'apprendimento ad albero decisionale, la programmazione logica induttiva, il clustering, l'apprendimento per rinforzo e le reti bayesiane. Il deep learning è un sottocampo specifico dell'apprendimento automatico, vale a dire. una nuova interpretazione dell'apprendimento delle rappresentazioni dai dati che pone l'accento sull'apprendimento di strati successivi di rappresentazioni sempre più significative. Nell'apprendimento profondo, queste rappresentazioni a strati vengono (quasi sempre) apprese tramite modelli chiamati reti neurali strutturati in strati letterali impilati uno sopra l'altro. Vedere l'allegato per ulteriori definizioni.

L'intelligenza artificiale prospera sui dati. I risultati delle applicazioni AI diventano più accurato con più dati. L'intelligenza artificiale ha bisogno di dati per costruirla

intelligenza (ad esempio, utilizzando l'apprendimento automatico). Dato che i big data consentono all'IA di raggiungere il suo pieno potenziale, sarebbe corretto affermare che non esiste un'IA basata sui dati senza i big data. Una definizione moderna del termine big data è: "Set di dati la cui dimensione è al di là della capacità dei tipici strumenti software di database di acquisire, archiviare, gestire e analizzare" (Manyika et al., 2011). Questi set di dati sono una combinazione di file strutturati

e dati non strutturati, e si dice spesso che i big data siano caratterizzati da 3 V, vale a dire Volume (di dati), Varietà (di tipi di dati) e Velocità (a cui i dati sono o dovrebbero essere elaborati). Fare riferimento all'allegato per ulteriori definizioni.

Il data mining educativo e l'analisi dell'apprendimento sono due aree specifiche in cui i big data possono essere utilizzati per l'istruzione:

Data mining: in informatica, il data mining è il processo di scoperta di modelli e relazioni interessanti e utili in grandi volumi di dati. Fare riferimento all'allegato per ulteriori definizioni. Educational Data Mining (EDM) sviluppa metodi e applica tecniche di statistica, machine learning e data mining per analizzare i dati raccolti durante l'insegnamento e l'apprendimento. L'EDM mette alla prova le teorie dell'apprendimento e fornisce informazioni sulla pratica educativa (US Department of Education, 2012).

Analisi dell'apprendimento: l'analisi dell'apprendimento (LA) è una disciplina emergente che cerca di migliorare l'insegnamento e l'apprendimento valutando criticamente i dati grezzi e generando modelli per caratterizzare le abitudini degli studenti, prevedere le risposte degli studenti e fornire un feedback tempestivo. Inoltre, LA supporta il processo decisionale, adatta i contenuti leggibili, semplifica le valutazioni realistiche e fornisce una supervisione personale dei progressi degli studenti. L'obiettivo è scalare lo sfruttamento della LA in tempo reale da parte di studenti, insegnanti/accademici e sistemi educativi basati su computer per migliorare i risultati degli studenti a

sia corsi che livelli individuali. Fare riferimento all'allegato per Riferimenti.

Sezione I:

Sfruttare l'intelligenza artificiale

per migliorare

l'apprendimento

Pur essendo parte dell'Intelligenza Artificiale (Clancey, 1987) sin dal suo inizio, l'IA nell'istruzione ha tuttavia incontrato molte difficoltà per crescere perché i sistemi educativi di tutto il mondo sono più riluttanti ai cambiamenti tecnologici nella loro organizzazione tradizionale. L'intelligenza artificiale faceva parte della visione che prometteva di trasformare l'istruzione creando sistemi di tutor in grado di personalizzare l'apprendimento. Questa promessa sta iniziando a realizzarsi mentre la tecnologia attuale ha iniziato a sperimentare diversi modelli in tutto il mondo, portando molte domande nel campo dell'istruzione.

Questa prima sezione si concentra sui modi in cui l'IA potrebbe essere utilizzata per migliorare l'apprendimento e l'equità nell'istruzione nei paesi in via di sviluppo. La sezione affronta due argomenti principali: uno dedicato al miglioramento della personalizzazione attraverso l'IA (scala pedagogica) e l'altro incentrato sui sistemi informativi di gestione dell'istruzione (scala di gestione sistemica).

Prima di discutere le esperienze reali, un breve riferimento a una tecnologia chiave che si applica ai due argomenti principali di questa sezione: l'apprendimento dell'analisi, sebbene sia ancora un campo giovane, è una risorsa potente per prendere decisioni informate e ottenere migliori risultati di apprendimento. L'analisi dell'apprendimento applica diverse aree di conoscenza come sociologia, psicologia, etica, pedagogia, ecc. e ora può accedere alla rivoluzione digitale per raccogliere molti dati che possono essere analizzati per estrarre approfondimenti o persino sviluppare utili strumenti intelligenti per l'istruzione o compiti amministrativi.

Analizzare e ottenere il massimo dai dati non è un compito facile. A tale scopo vengono utilizzate tecniche avanzate di analisi dei dati, che a loro volta si ricollegano ad altre discipline come le tecnologie dei big data basate sulla statistica per gestire in modo efficiente grandi volumi di dati, gli algoritmi di machine learning che apprendono dai dati e gli strumenti di visualizzazione per un'efficiente comunicazione con persone che alla fine devono prendere decisioni.

Tutti questi livelli software per l'elaborazione intelligente dei dati ci consentiranno di trarre intuizioni, rilevare modelli di apprendimento, prevedere situazioni future o fornire raccomandazioni per ottimizzare le risorse disponibili. L'analisi è anche un passo molto importante nello sviluppo di future soluzioni di intelligenza artificiale che, con l'aiuto di potenti librerie, incluso ma non limitato al riconoscimento del linguaggio naturale, alla traduzione linguistica e alla teoria dei giochi, ci consentiranno, ad esempio, di creare avatar che simulano il comportamento di un insegnante virtuale per gli studenti

o un assistente per gli insegnanti. Le brillanti prospettive del futuro ci consentono di visualizzare un ecosistema di intelligenza artificiale che può aiutarci a superare le diverse sfide nell'apprendimento dell'analisi.

Sebbene il futuro delle soluzioni di intelligenza artificiale sia molto promettente nel medio termine, le soluzioni attuali sono più focalizzate sullo sfruttamento completo delle tecnologie di data mining/analisi.

La sezione seguente fornisce esempi di politiche pubbliche, impegni filantropici e iniziative del settore privato nei paesi in via di sviluppo come uno sguardo alle prime fasi di attuazione degli interventi basati sull'intelligenza artificiale nell'istruzione.

(1) AI per promuovere la personalizzazione e migliori risultati di apprendimento

Alla luce delle iniziative esistenti e delle tecnologie future, diversi studi (Laanpere et al., 2014; Luckin et al., 2016; Mayer-Schönberger & Cukier, 2014; Montebello, 2017) hanno recentemente contribuito ai modi in cui l'IA può contribuire a migliorare le opportunità di apprendimento per gli studenti e i sistemi di gestione.

L'obiettivo di sviluppo sostenibile 4 mira a garantire un'istruzione di qualità inclusiva ed equa e promuovere opportunità di apprendimento permanente per tutti. Sottolinea pari opportunità di apprendimento per tutti nel corso della vita. Le tecnologie di intelligenza artificiale sono utilizzate per garantire un accesso equo e inclusivo all'istruzione.

Fornisce alle persone e alle comunità emarginate, alle persone con disabilità, ai rifugiati, a coloro che non vanno a scuola e a coloro che vivono in comunità isolate l'accesso a adeguate opportunità di apprendimento. Ad esempio, la robotica di telepresenza consente agli studenti con bisogni speciali di frequentare le scuole a casa o in ospedale o di mantenere la continuità dell'apprendimento in caso di emergenza o crisi. In questo modo, è in grado di supportare l'inclusione e l'accesso ubiquo.

L'intelligenza artificiale può aiutare a far progredire l'apprendimento collaborativo. Uno degli aspetti più rivoluzionari dell'apprendimento collaborativo supportato dal computer si trova in situazioni in cui gli studenti non si trovano fisicamente nello stesso luogo. Fornisce agli studenti scelte variabili in quanto a quando e dove desiderano studiare. Per quanto riguarda l'apprendimento collaborativo supportato dal computer, i gruppi di discussione asincroni online svolgono un ruolo centrale.

Basati su tecniche di intelligenza artificiale come l'apprendimento automatico e l'elaborazione superficiale del testo, i sistemi di intelligenza artificiale vengono utilizzati per monitorare i gruppi di discussione asincroni, offrendo così agli insegnanti informazioni sulle discussioni degli studenti e supporto per guidare il coinvolgimento e l'apprendimento degli studenti.

L'intelligenza artificiale può aiutare a personalizzare l'apprendimento in vari modi. L'intelligenza artificiale può aiutare a creare un ambiente professionale migliore in cui gli insegnanti possano lavorare di più sugli studenti con difficoltà.

Gli insegnanti trascorrono molto tempo in compiti di routine e amministrativi come fare incarichi e

rispondere ripetutamente alle domande più frequenti negli ambienti scolastici. Un modello a doppio insegnante che prevede un insegnante e un assistente didattico virtuale, che può assumere il compito di routine dell'insegnante, libera il tempo degli insegnanti, consentendo loro di concentrarsi sull'orientamento degli studenti e sulla comunicazione individuale. Gli insegnanti hanno già iniziato a collaborare con gli assistenti AI per ottenere i migliori risultati per i loro studenti.

Il campo dell'apprendimento assistito dal computer (CAL) crea alternative per supportare le strategie di apprendimento degli studenti con la tecnologia digitale e AI (Schitteck Janda et al., 2001). L'intelligenza artificiale può aiutare a mappare i piani e le traiettorie di apprendimento individuali di ogni studente, i loro punti di forza e di debolezza, le materie che costano di più e sono facilmente assimilabili o apprese e le preferenze e le attività di apprendimento. Utilizzando algoritmi per aiutare gli studenti a navigare attraverso diversi percorsi di contenuto, l'intelligenza artificiale può personalizzare l'apprendimento e migliorare le opportunità per gli studenti con l'aiuto dei loro insegnanti e scuole. I sistemi di tutoraggio intelligenti fanno parte delle nuove possibilità tecnologiche per espandere l'apprendimento educativo nei paesi in via di sviluppo, come mostrato in recenti revisioni (Nye, 2015).

Inoltre, se si considera l'enorme quantità di tempo speso per valutare test e compiti a casa, l'intelligenza artificiale come strumento di valutazione può essere applicata per imparare come un insegnante valuta e quindi liberare il tempo dell'insegnante. L'intelligenza artificiale non viene utilizzata solo per valutare i test a scelta multipla, ma anche per valutare i saggi¹.

Queste opportunità stanno iniziando a manifestarsi nei paesi sviluppati. C'è una miriade di applicazioni attualmente in fase di test attraverso iniziative pubbliche e private allo stesso modo².

Questa sezione presenta alcuni esempi da paesi in via di sviluppo ad aprire una discussione sulle possibilità e sui rischi connessi all'introduzione di software basati sull'intelligenza artificiale per personalizzare l'apprendimento. Inizieremo con il caso della Cina, unico per portata, dimensione e livello di prospettiva globale con tecnologia all'avanguardia e partenariati pubblico-privato, seguito dall'Uruguay, un piccolo paese sviluppato che è diventato un punto di riferimento in America Latina. Successivamente, presenteremo alcune altre iniziative statali, filantropiche e private nei paesi in via di sviluppo. Questi casi sono stati inclusi come esempi per illustrare lo stato dell'arte in questo campo in via di sviluppo.

paesi e non mirano a essere un elenco esaustivo di ogni iniziativa a livello mondiale.

La Cina è un buon paese per cominciare, poiché è per molti versi unico per le sue dimensioni e il recente sviluppo tecnologico, e anche per la sua recente crescita economica (sebbene rimanga un paese in via di sviluppo nelle definizioni formali). La Cina ha 730 milioni di utenti Internet. Nel 2016, il governo ha lanciato un piano per diventare il più grande polo di sviluppo dell'IA al mondo entro il 2030. La Cina ha definito la sua strategia nazionale di intelligenza artificiale per l'istruzione come parte di questa visione tecnologica (Jing, 2018).

L'iniziativa incentrata sullo stato si baserà su pilastri privati.

Hujiang, una società privata di educazione digitale, sta sviluppando un software di riconoscimento di immagini e voce in grado di comprendere le espressioni facciali degli studenti per fornire feedback AI online. Liulishuo è una piattaforma adattiva che insegna inglese a 600.000 studenti al costo di un singolo insegnante. Master Learner sta sviluppando un "Superteacher" in grado di rispondere a 500 milioni di domande simultanee degli studenti che si preparano per l'ingresso all'università di Gaokao visita medica.

Nel 2016, il Ministero dell'Istruzione cinese ha stabilito che ogni ramo educativo dei governi locali deve destinare almeno l'8% del proprio budget alla digitalizzazione dell'istruzione. Con il 95% delle scuole connesse a Internet, il Paese è pronto per il più grande esperimento di educazione digitale al mondo. Una delle più grandi scoperte finora in Cina è il progetto sperimentale per correggere i saggi con l'intelligenza artificiale. Il paese ha iniziato a lavorare con 60.000 scuole per la correzione automatica dei saggi con un livello di precisione corrispondente a quello umano nel 92% dei casi. La macchina per la valutazione dei saggi si basa sull'intelligenza artificiale della rete neurale e sta migliorando la sua capacità di comprendere il linguaggio umano utilizzando algoritmi di deep learning per esaminare saggi scritti da studenti cinesi e confrontare le note con la valutazione e i commenti degli insegnanti umani. "Si è evoluto continuamente ed è diventato così complesso che non sappiamo più con certezza cosa stesse pensando e come abbia espresso un giudizio", ha affermato uno dei ricercatori del progetto (Chen, 2018).

In America Latina, negli ultimi anni diverse iniziative hanno promosso l'introduzione su larga scala dei computer nell'istruzione (Sunkel & Trucco, 2012). **Il Plan Ceibal** in Uruguay è probabilmente l'agenzia statale più avanzata

¹ Ad esempio, negli Stati Uniti, l'Educational Testing Service ha sviluppato automaticamente un sistema di valutazione della PNL per co-valutare saggi in test standardizzati.

² Fare riferimento agli esempi presentati durante la Mobile Learning Week 2019: <https://en.unesco.org/mlw/2019>.

dedicato all'educazione digitale della regione. Una delle sue principali iniziative è una soluzione di apprendimento adattivo online chiamata "Mathematics Adaptive Platform" (PAM per il suo acronimo spagnolo). Il contenuto di PAM è stato adattato al curriculum nazionale ed è uno strumento che fornisce un feedback personalizzato in base al livello di abilità di ogni studente sulla base di un'analisi delle esperienze degli studenti. Alcuni studi hanno già mostrato come il programma abbia già avuto un impatto positivo sull'apprendimento (Perera & Aboal, 2018).

PAM è stato sviluppato dall'azienda tedesca Bettermarks e ha iniziato ad essere utilizzato nel 2013 nell'ambito del programma One Laptop Per Child, offrendo agli studenti oltre 100.000 attività per dare assistenza personalizzata agli studenti in base al loro livello di conoscenza. PAM fornisce agli studenti un aiuto attraverso una serie di oltre 25mila esercizi passo-passo e 2800 modelli di feedback per spiegare le soluzioni di ciascuno esercizio.

Secondo il sito ufficiale di Plan Ceibal, la piattaforma PAM offre i seguenti vantaggi per l'apprendimento: immediatezza della risposta; indipendenza degli studenti; facilità di correzione; personalizzazione dell'apprendimento; ludicizzazione in classe; promuovere il lavoro di gruppo; adattamento ai ritmi della classe e di ogni studente e un gran numero di attività.

Alcuni altri casi di sforzi pubblici per promuovere il dall'America Latina³.

In Brasile, il governo federale ha creato **Mec Flix** come piattaforma educativa statale. È una piattaforma di contenuti video progettata per preparare gli studenti all'esame nazionale di istruzione superiore (ENEM). Ha alcuni elementi emergenti dell'intelligenza artificiale: gli studenti devono accedere e possono creare playlist personalizzate di video-lezioni e ottenere consigli in base alle loro preferenze.

I progetti con elementi di intelligenza artificiale nell'istruzione provengono anche da iniziative filantropiche che lavorano nel mondo in via di sviluppo.

IBM sta usando la tecnologia per avere un impatto sull'eliminazione della povertà attraverso il progetto "Simpler Voice: Overcoming Anliteracy". Questo progetto utilizza l'intelligenza artificiale per aiutare gli studenti adulti analfabeti o con scarse capacità di alfabetizzazione, a navigare nei testi con maggiore sicurezza traducendoli e presentando il significato di base attraverso immagini o semplici parole. Ciò aiuterà gli utenti a superare ostacoli difficili nella loro vita quotidiana.

Learning Equality è un'iniziativa senza scopo di lucro nata come estensione della Kahn Academy per utilizzare i contenuti della piattaforma nei paesi in via di sviluppo. Learn Equality ha lanciato Kolibri, una piattaforma educativa open source e un kit di strumenti progettati per le comunità con poche risorse.

Altre iniziative filantropiche internazionali utilizzano i premi come mezzo per innovare. Il **Global Learning XPRIZE** (XPrize Foundation, 2019) da 15 milioni di dollari sfida i team di tutto il mondo a sviluppare software scalabile open source che consentirà ai bambini nei paesi in via di sviluppo di insegnare da soli la lettura, la scrittura e l'aritmetica di base entro 15 mesi. Una delle soluzioni, RoboTutor (XPrize Foundation, 2019) è stata sviluppata dagli specialisti di Carnegie Mellon per creare una macchina per l'apprendimento basata sull'intelligenza artificiale con tutor robotici, riconoscimento vocale e algoritmi guidati dai dati per personalizzare l'apprendimento su larga scala.

Infine, molte di queste "iniziative di IA di prima generazione nell'istruzione nei paesi in via di sviluppo" provengono dal settore privato con una prospettiva redditizia o in collaborazione con le autorità pubbliche. In **Brasile**, una società EdTech Geekie – la piattaforma di apprendimento adattivo in Brasile accreditata dal Ministero dell'Istruzione del paese – è utilizzata da oltre 5.000 scuole in tutto il paese per fornire esperienze di apprendimento personalizzate per gli studenti (WISE, 2011; Rundle, 2015; Rigby, 2016). Attraverso l'apprendimento automatico, il software fornisce contenuti più personalizzati man mano che lo studente li utilizza più spesso. Diventa anche migliore nel segnalare le difficoltà di apprendimento incontrate dagli studenti, che gli educatori umani possono quindi utilizzare per determinare gli interventi necessari.

Daptio è una soluzione sudafricana che utilizza analisi approfondite e fornisce apprendimento personalizzato a insegnanti, studenti e creatori di contenuti in Africa e in altri mercati emergenti attraverso il suo servizio software online. Fondata nel 2013 e con sede a Città del Capo, Daptio utilizza l'intelligenza artificiale per aiutare studenti, mentori e insegnanti a comprendere il livello di competenza di ogni studente e quindi abbinare il contenuto pertinente. I principali concorrenti locali di Daptio sono Get Smarter, Funda e ReThink Education.

M-Shule è stato lanciato in **Kenya** nel 2016 come piattaforma mobile piena di lezioni basate su standard curriculari nazionali fornite tramite SMS che si adattano alle capacità e alle capacità di ogni studente utilizzando la tecnologia AI. Mentre gli studenti usano il

³ A Guayaquil, Ecuador, il progetto "**Más Tecnología**" ha introdotto i computer per gli studenti con un software che personalizza i curricula sulla base dei risultati delle valutazioni in lingua e matematica. Il progetto è stato accompagnato da un piano di formazione degli insegnanti per implementare lezioni al computer tre ore a settimana. Uno studio dell'IDB ha mostrato che dopo due anni il programma ha avuto un impatto positivo sui punteggi dei test di matematica (Carrillo, Onofa & Ponce, 2010).

piattaforma, M-Shule tiene traccia e analizza le prestazioni degli studenti per fornire a genitori e scuole approfondimenti e raccomandazioni.

Alcune altre iniziative EdTech nei paesi in via di sviluppo promettono anche di utilizzare alcuni elementi dell'IA nell'istruzione, sebbene non siano strettamente basate sull'IA, ad esempio **SkoolDesk** (Uganda), **Siyavula** (Sudafrica e Nigeria), **Virtual Learning Africa** e **TopDog** (Sud Africa), società private che sviluppano contenuti educativi per studenti di tutti i livelli in Africa; e **Zaya Learning Labs** (India).

(2) Analisi dei dati in Education Management Information Systems (EMIS) e l'evoluzione verso la gestione dell'apprendimento Sistemi (LMS)

Un sistema informativo per la gestione dell'istruzione (EMIS) è un gruppo organizzato di servizi di informazione e documentazione che raccoglie, archivia, elabora, analizza e diffonde informazioni per la pianificazione e la gestione dell'istruzione. È ampiamente utilizzato dai responsabili dell'istruzione, dai decisori e dai dirigenti a livello regionale, locale e scolastico e per la generazione di statistiche nazionali.

Il processo decisionale basato sui dati (DDDM) applicato ai dati dei test sui risultati degli studenti è al centro di molti sforzi di riforma scolastica e distrettuale, in parte a causa delle politiche di responsabilità federali e statali basate sui test. Con enormi dati raccolti da EMIS, gli algoritmi AI sono in grado di prendere decisioni basate sui dati per migliorare l'istruzione scolastica.

Un EMIS ben progettato e ben funzionante consente ai membri di tutti i livelli della comunità educativa di accedere a informazioni utili per gestire e amministrare un sistema educativo in modo più efficiente, sviluppare piani fattibili ed economici, formulare politiche reattive e monitorare e valutare i risultati educativi.

Nei paesi in cui i dati sono completi, affidabili, raccolti regolarmente e possono essere aggregati e disaggregati, l'EMIS potenziato dall'intelligenza artificiale avrebbe una capacità molto maggiore di analizzare automaticamente i dati e generare dashboard di dati sia a livello scolastico che nazionale. Andando avanti, EMIS offre persino un potenziale per lo sviluppo di algoritmi decisionali predittivi. Mentre questa rimane un'area molto nascente nello sviluppo di EMIS, più paesi, sia sviluppati che in via di sviluppo, sono interessati a **trasformare il loro attuale EMIS** da un sistema di gestione dei dati amministrativi aggregati basato sulla scuola **in un sistema integrato e dinamico di gestione dell'apprendimento** in grado di supportare efficacemente tempo decisionale in ogni aspetto della gestione del settore dell'istruzione.

Negli **Emirati Arabi Uniti (UAE)**, il Ministero dell'Istruzione ha implementato una piattaforma avanzata di analisi dei dati con oltre 1.200 scuole e oltre 70 istituti di istruzione superiore, per un totale di oltre 1,2 milioni di studenti. Questo sistema di analisi dei dati contiene dati su curricula, sviluppo professionale degli insegnanti, risorse di apprendimento, finanziamenti, operazioni, rapporti sulle prestazioni, feedback di insegnanti, studenti e genitori e punteggi di valutazioni internazionali come PISA e TIMSS (Leading Countries of the World, 2018).

Gli Emirati Arabi Uniti hanno una sezione di analisi dei dati nel proprio Ministero dell'Istruzione, dedicata allo sviluppo di algoritmi di apprendimento automatico a supporto di studi strategici sull'istruzione del paese sistema.

Anche i paesi a reddito medio e basso stanno esplorando il potenziale dell'EMIS potenziato dall'intelligenza artificiale. Ad esempio, **iMlango** è un programma di tecnologia educativa fornito da una partnership di organizzazioni del settore pubblico e privato in Kenya. Le scuole misurano la frequenza giornaliera utilizzando il sistema di frequenza digitale di sQuid, consentendo un monitoraggio rapido e semplice delle presenze, rapporti sui dati in tempo reale e un'elevata affidabilità e comprensione dei complessi modelli di dati degli studenti. Le presenze scolastiche e scolastiche vengono monitorate e segnalate utilizzando analisi avanzate, che vengono poi utilizzate dagli insegnanti e da un team sul campo per identificare gli alunni con scarsa frequenza. La piattaforma di apprendimento interattivo di sQuid offre contenuti di apprendimento in più formati per studenti e insegnanti. Gli alunni possono accedere a Maths Whizz, il tutor di matematica virtuale personalizzato che adatta le esperienze di apprendimento degli alunni in base alle loro capacità e ad altri contenuti come storie incentrate sull'Africa, la prima enciclopedia per bambini al mondo e guide di revisione allineate al curriculum.

Sebbene siano ancora in una fase molto iniziale, paesi come **il Bhutan** e **il Kirghizistan** aspirano a creare sistemi integrati di gestione delle informazioni sull'istruzione basati sul monitoraggio dei singoli studenti che possano consentire un supporto all'apprendimento personalizzato e una gestione efficiente ed efficace della scuola e del settore. Ciò apre le possibilità di introdurre l'analisi dell'apprendimento potenziata dall'intelligenza artificiale nei loro sistemi nel prossimo futuro.

L'iniziativa di mappatura delle scuole **UNICEF Innovation** sta esplorando il potenziale degli algoritmi di Deep Learning (DL) in collaborazione con istituzioni accademiche e aziende private. I loro studi mostrano che gli algoritmi DL sono utili ad esempio per riconoscere le scuole nelle immagini satellitari, rendendo così visibili le scuole non mappate.

L'intelligenza artificiale ha iniziato a svelare il suo potenziale nella ricerca per lo sviluppo sostenibile. Il concorso **“Nuovi dibattiti**.

Data for development” organizzato dalla Inter-American

Development Bank ha finanziato lo studio “Big Data per le politiche pubbliche nell'istruzione: il caso cileno”. In questo studio, i ricercatori cileni hanno utilizzato dati aperti pubblicati dal governo riguardanti contesti sociali, geografici ed educativi.

Lo studio è stato in grado di prevedere l'abbandono degli studenti localizzando le distanze geografiche dalle case alle scuole.

Utilizzando 127 caratteristiche degli studenti e le loro posizioni geografiche, i ricercatori hanno creato un algoritmo per sviluppare una "geografia delle opportunità educative", con una mappa dettagliata delle scuole, degli accessi, dei risultati accademici e delle previsioni di abbandono.

Sezione II:

Preparare gli studenti a
prosperare in futuro con l'IA

Le aziende sono generalmente veloci nell'adottare soluzioni basate sull'intelligenza artificiale. Ciò significa una crescente domanda di nuovi tipi di posti di lavoro e competenze legate all'uso dell'IA nell'industria. Pertanto, vi è un forte imperativo per il settore dell'istruzione di rispondere in quanto i programmi di studio devono essere rielaborati e le politiche riformulate. Tuttavia, nessun paese al mondo è veramente pronto per l'automazione intelligente; nemmeno quelli tradizionalmente concepiti come leader nel campo come risposta politica all'automazione intelligente rimangono nascenti (The Economist Intelligence Unit, 2018). Tuttavia, i paesi di tutto il mondo stanno svolgendo un lavoro esemplare per garantire che i loro sistemi educativi promuovano l'acquisizione delle competenze richieste da una società basata sull'intelligenza artificiale. I loro sforzi possono servire come punti di partenza verso lo sviluppo di un quadro politico concertato per la risposta dell'istruzione all'IA.

(1) Un nuovo curriculum per un digitale e

Mondo basato sull'intelligenza artificiale

L'istruzione svolge un ruolo fondamentale negli sforzi per rendere la forza lavoro futura pronta per l'IA. Colmare il divario di competenze nell'IA va oltre l'adozione di tecnologie sempre più potenti per facilitare l'apprendimento. Significa anche ripensare il contenuto e metodi utilizzati per fornire istruzione a tutti i livelli di formazione scolastica. Gli sforzi di riforma curriculare citati in questo documento mostrano una chiara necessità di definire le "competenze AI" al di là delle competenze TIC di base, che è il modo in cui molti paesi le hanno definite quando hanno incorporato le competenze del 21° secolo nei rispettivi programmi educativi, verso abilità che consentirebbero agli studenti di identificare e risolvere problemi utilizzando tecniche, metodi e tecnologie informatiche.

Nel contesto di una società del prossimo futuro potenziata dall'intelligenza artificiale, è importante sviluppare nuove competenze per creare e decodificare le tecnologie digitali. Per affrontare questo argomento, ci concentreremo sui nuovi framework che caratterizzano le competenze digitali per gli studenti e insegnanti e alcuni casi provenienti da diversi paesi. Il obiettivo è rivelare il potere delle competenze digitali in grado di analizzare, utilizzare e decodificare l'Intelligenza Artificiale come una potente tecnologia, a cui dobbiamo necessariamente pensare in un contesto per comprenderne la portata, i limiti, le potenzialità e le sfide.

Quadri di competenze digitali

La necessità di raccogliere dati per gli indicatori SDG 4 Education pone le basi per un lavoro collettivo di sviluppo di un quadro globale per misurare l'alfabetizzazione digitale. Questo ha

è stata la priorità di una task force di esperti e rappresentanti dei paesi istituita dalla Global Alliance to Monitor Learning (GAML) e presieduta dal GEM Report.

La definizione principale di alfabetizzazione digitale è: "la capacità di accedere, gestire, comprendere, integrare, comunicare, valutare e creare informazioni in modo sicuro e appropriato attraverso dispositivi digitali e tecnologie di rete per la partecipazione alla vita economica e sociale. Include competenze che sono variamente denominate alfabetizzazione informatica, alfabetizzazione informatica, alfabetizzazione informatica e alfabetizzazione mediatica".

(Antonini & Montoya, 2018). La tabella seguente mostra l'insieme delle competenze definite come parte di questo framework.

Come iniziativa parallela, l'Information and Communication Technologies Competency Framework for Teachers (ICT CFT) è stato sviluppato dall'UNESCO (2011) in consultazione con i principali attori privati come ISTE, Cisco, Intel e Microsoft, e da allora è stato regolarmente aggiornato. Il quadro è stato aggiornato nel 2018.4 Questo quadro specifica le competenze che gli insegnanti devono integrare nelle loro pratiche professionali per sviluppare la conoscenza critica e la consapevolezza con i loro studenti nell'era digitale.

Il quadro sottolinea il ruolo che le tecnologie digitali hanno nel supportare sei aree chiave della conoscenza: 1-Comprendere le TIC nell'istruzione; 2-Curriculum e valutazione; 3-Pedagogia; 4-TIC; 5-Organizzazione e Amministrazione; Apprendimento professionale a 6 insegnanti. Il quadro stabilisce tre fasi di acquisizione della conoscenza: 1-alfabetizzazione tecnologica; 2-approfondimento conoscitivo; 3-creazione della conoscenza.

Questo quadro sottolinea che non è sufficiente che gli insegnanti abbiano determinate competenze per gestire le tecnologie digitali e insegnarle ai loro studenti, ma anche che gli insegnanti devono aiutare i loro studenti a essere capaci di collaborare, risolvere problemi ed essere creativi nell'uso del digitale tecnologie. In un mondo tecnologico in crescita, queste competenze diventano parte della loro formazione alla cittadinanza per partecipare alla società digitale in cui vivranno.

Un altro quadro lungo questa stessa linea di supporto agli insegnanti nell'integrazione delle tecnologie digitali nelle loro pratiche è "Competenze e standard ICT dalla dimensione pedagogica", sviluppato dall'UNESCO Santiago e dall'Universidad Javeriana (2016).

Questo quadro è stato creato per contribuire alla visione della formazione degli insegnanti per affrontare la sfida dell'insegnamento in

4 La pubblicazione corrispondente è accessibile tramite questo link: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000213475>

Tabella 1: Aree di competenza e competenze di alfabetizzazione digitale proposte

Zona di competenza	Competenze
0. Fondamenti di hardware e software	<p>0.1 Conoscenza di base dell'hardware come accensione/spegnimento e ricarica, blocco dispositivi</p> <p>0.2 Conoscenza di base di software come account utente e password gestione, login e come eseguire le impostazioni sulla privacy, ecc.</p>
1. Informazioni e dati alfabetizzazione	<p>1.1 Navigare, ricercare e filtrare dati, informazioni e digital contenuto</p> <p>1.2 Valutare dati, informazioni e contenuti digitali</p> <p>1.3 Gestione di dati, informazioni e contenuti digitali</p>
2. Comunicazione e collaborazione	<p>2.1 Interagire attraverso le tecnologie digitali</p> <p>2.2 Condivisione attraverso le tecnologie digitali</p> <p>2.3 Impegnarsi nella cittadinanza attraverso le tecnologie digitali</p> <p>2.4 Collaborare attraverso le tecnologie digitali</p> <p>2.5 Netiquette</p> <p>2.6 Gestione dell'identità digitale</p>
3. Creazione di contenuti digitali	<p>3.1 Sviluppo di contenuti digitali</p> <p>3.2 Integrazione e rielaborazione di contenuti digitali</p> <p>3.3 Copyright e licenze</p> <p>3.4 Programmazione</p>
4. Sicurezza	<p>4.1 Dispositivi di protezione</p> <p>4.2 Protezione dei dati personali e della privacy</p> <p>4.3 Tutela della salute e del benessere</p> <p>4.4 Tutela dell'ambiente</p>
5. Risoluzione dei problemi	<p>5.1 Risoluzione di problemi tecnici</p> <p>5.2 Identificare i bisogni e le risposte tecnologiche</p> <p>5.3 Utilizzo creativo delle tecnologie digitali</p> <p>5.4 Identificare le lacune nelle competenze digitali</p> <p>5.5 Pensiero computazionale</p>
6. In relazione alla carriera competenze	<p>Le competenze relative alla carriera si riferiscono alle conoscenze e alle abilità richieste di utilizzare hardware/software specializzato per un campo particolare, come software di progettazione ingegneristica e strumenti hardware, o l'uso di sistemi di gestione dell'apprendimento per offrire servizi completamente online o corsi misti.</p>

Fonte: quadro globale di riferimento sulle competenze di alfabetizzazione digitale per l'indicatore 4.4.2 (UIS, 2018a)

una società dell'informazione e della conoscenza. Questo mira ad essere un punto di riferimento nella formazione per il miglioramento della qualità educativa nelle istituzioni educative a qualsiasi livello di formazione basata su un approccio di livelli di appropriazione delle TIC e dei suoi usi educativi. Questo quadro descrive il

elementi contestuali in cui si inquadra la proposta. Il modello delle competenze e degli standard ICT è presentato dalla dimensione pedagogica basata sui livelli di appropriazione delle ICT, il suo significato e utilizzo dal percorso formativo.

La rilevanza di questa proposta è la sua costituzione come base guida per qualsiasi insegnante e istituzione educativa che affronta l'appropriazione delle TIC nelle loro pratiche e strategie educative. L'istituzione educativa o l'insegnante in particolare possono valutare le loro pratiche e strategie educative con l'uso delle TIC rispetto agli standard previsti e, da questo processo di identificazione e riconoscimento, continuare con un processo di formazione, supporto e valutazione basato sul loro livello di appropriazione delle TIC .

Infine, un altro framework è **DigComp** (Joint Research Centre, 2018), progettato dall'Unione Europea per supportare lo sviluppo delle competenze digitali degli individui.⁵ Il framework descrive quali competenze sono necessarie oggi per utilizzare le tecnologie digitali in modo critico, affidabile, collaborativo e modo creativo, in modo che le persone possano raggiungere i propri obiettivi relativi al lavoro, all'apprendimento, al tempo libero, all'inclusione e alla partecipazione alla società digitale.

Questo quadro è strutturato in cinque aree di competenza che descrivono le componenti chiave delle competenze digitali, vale a dire l'alfabetizzazione informativa e dei dati; Comunicazione e collaborazione; Creazione di contenuti digitali; Sicurezza; e Risoluzione dei problemi. Il framework prende queste dimensioni e le mappa attraverso quattro livelli di competenza: base, intermedio, avanzato, altamente specializzato.

Pensiero computazionale II

pensiero computazionale (CT) è emerso come una delle competenze chiave per consentire agli studenti di prosperare in una società basata sull'intelligenza artificiale. C'è un chiaro riconoscimento dell'importanza delle abilità di TC: i paesi esaminati in questo documento hanno elaborato piani per incorporare l'ITC nei loro programmi scolastici o lo hanno già fatto. La Computer Science Teachers Association (USA) definisce il CT come un processo di problem solving avente le seguenti caratteristiche (International Society for Technology in Education e Computer Science Teachers Association, 2011):

- Formulare i problemi in un modo che ci consenta di utilizzare un computer e altri strumenti per aiutarci a risolverli;
- organizzare e analizzare logicamente i dati;
- Rappresentare i dati attraverso astrazioni come modelli e simulazioni;
- Soluzioni automatizzate attraverso il pensiero algoritmico (una serie di passaggi ordinati);
- Identificazione, analisi e implementazione possibile soluzioni con l'obiettivo di ottenere la combinazione più efficiente ed efficace di passaggi e risorse; E
- Generalizzare e trasferire questo processo di risoluzione dei problemi a un'ampia varietà di problemi.

Pur appartenendo distintamente al dominio dell'informatica, il CT è quindi una competenza che trova applicazioni in altre discipline. Data la crescente presenza dell'intelligenza artificiale sul posto di lavoro, il CT diventa una competenza critica se gli studenti devono far fronte alle mutevoli richieste del mercato del lavoro. Molti paesi hanno quindi iniziato a incorporare la CT nei rispettivi curricula scolastici.

Un sondaggio condotto dalla Commissione europea mostra che mentre **gli Stati membri dell'Unione europea (UE)** si trovano in fasi diverse dell'integrazione dell'ITC nei rispettivi programmi di studio, ognuno ha iniziato a lavorarci (Commissione europea, 2016). L'indagine ha individuato tre cluster in termini di livello di integrazione del CT nei curricula:

- 1** paesi che hanno avviato una revisione del curriculum e riqualificazione negli ultimi tre o cinque anni come Regno Unito, Francia, Italia, Portogallo e Finlandia
- 2** paesi che stanno pianificando di introdurre l'ITC nei loro programmi di studio come Grecia, Svezia, Norvegia e Repubblica Ceca; E
- 3** paesi che hanno una lunga tradizione dell'educazione informatica, in particolare nelle scuole secondarie come Austria, Polonia e Lituania.
- 4** In altre parole, c'è un riconoscimento universale in tutta l'UE dell'importanza di integrare l'ITC nei programmi educativi.

Nel **Regno Unito (UK)**, ad esempio, il Royal

La società ha pubblicato un rapporto nel 2012 che descriveva il

⁵ Cfr. anche <https://schools-go-digital.jrc.ec.europa.eu/>.

carenze di istruzione informatica nel paese. Questo rapporto descriveva come l'istruzione sulle TIC all'epoca mirasse semplicemente agli studenti ad acquisire competenze di base di alfabetizzazione digitale, vale a dire la capacità generale di utilizzare i computer, e raccomandava uno spostamento curricolare verso la tecnologia dell'informazione, l'informatica, la programmazione e l'informatica (The Royal Society, 2012). La Royal Society ha sostenuto l'importanza della CT e delle sue applicazioni ai sistemi naturali e artificiali. Hanno postulato che le abilità CT fossero utili e applicabili anche a domini al di fuori dell'informatica (The Royal Society, 2012). Sulla base dei risultati di questo rapporto, nel 2014 il Regno Unito ha riprogettato e implementato un nuovo curriculum informatico, i cui obiettivi erano più orientati a promuovere la comprensione dei principi e dei concetti fondamentali dell'informatica e delle loro applicazioni e la capacità di analizzare i problemi in termini computazionali e per creare programmi per computer che risolvessero questi problemi (Dipartimento per l'Istruzione del Regno Unito, 2013). L'istruzione procede lungo quattro fasi chiave, che abbracciano la scuola materna, la scuola primaria, la scuola secondaria inferiore e la scuola secondaria superiore, con competenze target ben definite per ciascuna fase (Yadav, 2016). Gli istruttori di informatica e informatica sono in grado di condividere idee e risorse attraverso comunità di pratica come "Computing at School", un'organizzazione affiliata della British Computer Society, il Chartered Institute for IT (Heintz, Mannila & Färnqvist, 2016).

L'Estonia ha lanciato un'iniziativa simile nel 2012 chiamata il "Programma ProgeTiger", che mira a introdurre la programmazione e la robotica nei programmi educativi (HITSA, n/d), che abbracciano l'istruzione prescolare, primaria e professionale (HITSA, n/d). Questo programma è gestito dalla Education Information Technology Foundation (Hariduse Infotehnoloogia Sihtasutuse, HITSA), a sua volta finanziata dal Ministero estone dell'Istruzione e della Ricerca. Il governo dell'Estonia ha fissato l'obiettivo dell'HITSA di "[garantire] che una competenza digitale adeguata all'età necessaria per ulteriori studi e per avere successo nella società sia acquisita a tutti i livelli di istruzione integrando l'uso di soluzioni digitali nell'intero processo di insegnamento e apprendimento" (HITSA, 2015). L'approccio del programma ProgeTiger ha tre assi, due dei quali riguardano direttamente lo sviluppo delle competenze relative all'IA: Scienze ingegneristiche, che comprendono programmazione, robotica ed elettronica; e Informazione e Comunicazione

Tecnologia, che comprende l'informatica e le comunicazioni digitali (HITSA, 2015).

La spinta a integrare la CT nei programmi scolastici fin dalla scuola materna non è esclusiva dell'Europa.

Il Ministero dell'Istruzione **argentino**, ad esempio, ha recentemente annunciato un piano chiamato "Aprender Conectados", che mira a integrare l'apprendimento digitale in tutti i livelli dell'istruzione obbligatoria. Una componente di questo piano è integrare la programmazione e la robotica nel programma educativo del paese, a partire dalla scuola materna fino alla scuola secondaria, in tutte le scuole entro il 2019. Il curriculum di apprendimento prescrive competenze di apprendimento specifiche e adeguate all'età a ciascun livello di istruzione, dalla scuola materna alla scuola secondaria, costruendo verso la piena competenza nell'uso di metodi e tecniche informatiche, individualmente e in collaborazione, per risolvere problemi (Ministerio de Educación, 2017).

Anche **Singapore** inizia da giovane nel suo sforzo di sviluppare le competenze CT tra gli studenti. Nel 2016, la Info-communications Media Development Authority (IMDA) del paese ha lanciato il programma PlayMaker, che ha introdotto i robot in 160 centri prescolari per sviluppare l'appetito e la competenza dei giovanissimi studenti in robotica, programmazione e informatica attraverso il gioco (Graham, 2018). Uno studio intermedio e post-test che ha coinvolto un campione di bambini in età prescolare che utilizzavano KIBO, uno dei kit di robotica utilizzati nel programma PlayMaker, ha mostrato un elevato successo nello sviluppo di concetti fondamentali di programmazione tra i bambini del gruppo campione (Sullivan & Bers, 2017). Il programma PlayMaker fa parte di un movimento più ampio, chiamato CODE@SG, per integrare la codifica e il CT nel sistema di istruzione formale di Singapore attraverso club Infocomm, concorsi studenteschi, programmi di arricchimento e approcci gamificati all'apprendimento (Infocomm Media Development Authority, 2017). Questa iniziativa mira a costruire una "Nazione intelligente per il futuro", i cui cittadini abbiano "familiarità con le competenze tecnologiche e ... anche sensibili a come la tecnologia può essere applicata per migliorare la vita", riconoscendo che il CT sta "[diventando] una parte sempre più essenziale di le nostre vite e carriere" (Autorità per lo sviluppo dei media di Infocomm, 2017).

Anche **la Malesia** ha incorporato la CT nel suo programma educativo. Durante il lancio del movimento #mydigitalmaker in Malesia nel 2016, Yasmin Mahmood, CEO della Malaysia Digital Economy Corporation (MDEC), ha sottolineato che l'integrazione del CT nei programmi educativi significava "incorporare capacità di pensiero – non competenze informatiche – [...] da applicare poi alla risoluzione dei problemi (Singh, 2016). Il movimento #mydigitalmaker è una partnership tra il settore privato, il settore pubblico e il mondo accademico per "aiutare a creare e incoraggiare lo sviluppo di programmi di studio sulla creazione digitale che siano mappati agli obiettivi fissati dal Ministero dell'Istruzione" (Ministero dell'Istruzione e Malesia

Società per l'economia digitale, 2017). Nel 2018, 22 scuole in Malesia sono state selezionate come #mydigitalmaker Champion Schools, ovvero scuole finanziate da MDEC per implementare il framework #mydigitalmaker, inclusa la creazione di un Digital Maker Hub, che è una caratteristica chiave del movimento #mydigitalmaker (My Digital Maker Creatore, 2018). Un Digital Maker Hub funziona come un workshop o un laboratorio con un programma di apprendimento strutturato, in cui gli studenti hanno accesso a vari strumenti per creare e collaborare

progetti tecnologici (Ministero dell'Istruzione e Malaysia Digital Economy Corporation, 2017). Tutti i Digital Maker Hub contengono un "laboratorio creativo" in cui gli studenti possono convertire le loro idee codice in qualsiasi linguaggio di programmazione e uno studio di prototipazione, dove possono testare e vedere i loro prodotti all'opera.

Si noti, tuttavia, che gli esempi forniti sono solo illustrativi e non sono in alcun modo esaustivi. L'incorporazione del CT nei programmi scolastici è una riforma che pervade diversi paesi e regioni in tutto il mondo.

Ciò mostra un chiaro passaggio dall'alfabetizzazione digitale di base alle capacità di pensiero di ordine superiore (computazionale). Sebbene la spinta a integrare le "competenze TIC" nei curricula educativi sia esistita da tempo, in particolare dal passaggio alle competenze del 21° secolo, le "competenze TIC" sono state definite in modo così ampio che la loro incorporazione nei curricula educativi di tutti i paesi variava dall'alfabetizzazione digitale di base alle abilità algoritmiche. La crescente presenza dell'intelligenza artificiale in tutti gli aspetti dell'attività umana trasmette chiaramente la necessità di rendere operative le "competenze ICT" come qualcosa di più dell'alfabetizzazione digitale, rispetto alla quale la CT diventa fondamentale.

L'inizio dell'istruzione relativa alla CT fin dalla prima infanzia è un filo conduttore in questi paesi. L'acquisizione delle abilità di TC diventa quindi un processo cumulativo con competenze obiettivo ben definite per gli studenti man mano che progrediscono attraverso una scala di livelli di competenza. Questi livelli di competenza non devono necessariamente essere associati a livelli scolastici specifici, come nel caso dell'Estonia, poiché gli educatori possono semplicemente utilizzare i livelli di competenza come quadro per identificare i progressi individuali degli studenti nell'acquisizione delle competenze TC e successivamente fornire interventi individuali secondo necessità, indipendentemente del livello scolastico formale di uno studente.

(2) Rafforzare le capacità di IA attraverso l'istruzione e la formazione post-base

Il numero di paesi che hanno sviluppato una strategia nazionale per l'IA è in aumento. La Francia in Europa, la Cina in Asia e ultimamente gli Stati Uniti in Nord America sono esempi del tipo di strategie globali che, nonostante un'enorme attenzione alla ricerca e allo sviluppo, assegnano un ruolo importante allo sviluppo di

una forza lavoro abilitata all'intelligenza artificiale. In tutti e tre questi casi, l'attenzione maggiore è rivolta all'istruzione superiore, per i suoi evidenti collegamenti con la R&S, ma anche all'istruzione tecnica e professionale. Tuttavia, la Finlandia ha scelto un percorso diverso creando una piattaforma nazionale per raggiungere rapidamente l'obiettivo che l'1% della popolazione totale sia alfabetizzata all'IA.

Istruzione superiore

L'urgente necessità di adattarsi ai rapidi sviluppi dell'IA si ripercuote anche sugli istituti di istruzione post-obbligatoria. Costruire competenze in materia di IA attraverso l'istruzione superiore e la ricerca è uno dei principali approcci utilizzati dai governi per colmare le rispettive lacune di competenze. Nel tentativo di aumentare le rispettive capacità nell'IA e diventare leader nel settore, molti paesi stanno cercando di rendere più attraenti le professioni nella ricerca e nella pratica dell'IA.

La Francia, ad esempio, ha pubblicato un rapporto che delinea un quadro strategico per l'IA a livello nazionale e in Europa.

La ricerca e lo sviluppo delle risorse umane sono componenti chiave di questa strategia, con la Francia che prevede, tra gli altri:

- la creazione di laboratori di ricerca per studiare come funziona l'IA trasforma il posto di lavoro;
- maggiori incentivi per i ricercatori di intelligenza artificiale per attrarre entrambi talenti nazionali e internazionali; E
- lo sviluppo di programmi di intelligenza artificiale presso la laurea, master e dottorato, nonché nell'istruzione e formazione tecnica e professionale (TVET) (Villani, 2018).

Il paese mira anche a costruire più collaborazioni tra università e industria e creare più partenariati tra università e altri istituti di ricerca, creando di fatto una rete universitaria per gli studi sull'intelligenza artificiale. A tal fine, il presidente francese Emmanuel Macron ha impegnato 1,5 miliardi di euro, che saranno gestiti dall'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (Campus France, 2018).

La Corea del Sud ha anche pubblicato un piano generale per preparare il paese a quella che chiama la "Quarta rivoluzione industriale".

L'istruzione costituisce una parte importante di questo piano generale: il governo della Repubblica di Corea mira a produrre 5.000 nuovi laureati formati in intelligenza artificiale ogni anno, a partire dal 2020, aggiungendo così 50.000 nuovi specialisti di intelligenza artificiale al suo pool di talenti entro il 2030 (governo della Repubblica della Corea, 2016). Inoltre, il paese intende anche fornire un sostegno di 10 anni a "scuole di specializzazione di prim'ordine trasformate in centri di ricerca per guidare lo sviluppo dell'IT intelligente, compresa l'intelligenza artificiale" attraverso sovvenzioni per l'innovazione nella ricerca,

fornitura di risorse e sussidi per l'assunzione di studiosi e professori a livello internazionale. Il governo ha impegnato circa 4,3 milioni di dollari per finanziare questa iniziativa di ricerca

(Sharma, 2018). Inoltre, il paese mira a stanziare 2 miliardi di dollari per la creazione di sei nuove IA

istituzioni universitarie, il rafforzamento dei partenariati del settore accademico e la creazione di 4.500 borse di studio nazionali per studenti di intelligenza artificiale (Sharma, 2018).

La Cina ha anche sviluppato un piano di intelligenza artificiale di nuova generazione, lanciato nel 2017. Questo piano definisce una visione affinché il paese diventi il centro mondiale dell'innovazione dell'IA entro il 2030 (governo della Repubblica popolare cinese, 2017). L'istruzione e la formazione giocano un ruolo enorme nella realizzazione di questo piano, con il governo che mira ad accelerare la coltivazione di talenti di alto livello nel campo dell'IA (Governo della Repubblica popolare cinese, 2017).

Il governo intende raggiungere questo obiettivo sviluppando corsi di specializzazione in intelligenza artificiale all'università, aumentando le iscrizioni a programmi di master e dottorato in intelligenza artificiale e integrando i contenuti di intelligenza artificiale nello studio di altre discipline come matematica, biologia, psicologia, sociologia e diritto, tra gli altri (Governo di Repubblica popolare cinese, 2017). In linea con gli obiettivi di questo piano, il Paese ha lanciato un programma internazionale di formazione sull'intelligenza artificiale per le università cinesi, che ha iniziato a funzionare presso l'Università di Pechino nel 2018 (China Daily, 2018). Attraverso questo programma, la Cina mira a formare almeno 500 insegnanti e 5.000 studenti in intelligenza artificiale nelle migliori università del paese nei prossimi cinque anni (China Daily, 2018). Il governo ha anche investito nella formazione professionale con il Ministero dell'Istruzione collaborando con tre imprese di robotica per co-istituire 10 poli pubblici di formazione professionale e 90 centri di formazione professionale all'interno delle scuole professionali cinesi entro il 2020 (He, 2017). A tal fine, il Ministero dell'Istruzione ha stanziato 5 milioni di RMB (¥726.427 USD) a ciascun centro di formazione e 3 milioni di RMB (¥435.856 USD) a ciascun centro di formazione, oltre a risorse supplementari per la formazione degli insegnanti e l'approvvigionamento di attrezzature (He, 2017).

Istruzione e formazione tecnica e professionale (TVET)

Gli istituti TVET dovrebbero anche essere in grado di offrire programmi che incorporino competenze relative all'IA, soprattutto se intendono formare laureati le cui competenze siano in sintonia con i cambiamenti del mercato del lavoro. In alcuni paesi, l'apprendimento permanente fa riferimento all'istruzione delle competenze di base e ai programmi di alfabetizzazione degli adulti (Chakroun & Daelman, 2018). Tuttavia, per tutta la vita

l'apprendimento include certamente queste iniziative anzidette, ne comprende uno spettro più ampio. L'Organizzazione Internazionale del Lavoro (ILO) definisce l'apprendimento permanente come "tutte le attività di apprendimento intraprese nel corso della vita per lo sviluppo di competenze e qualifiche"

(OIL, 2004). L'ILO sostiene che "il rinnovato interesse per l'apprendimento permanente è in parte dovuto all'interesse dell'industria che considera l'apprendimento permanente come la strategia di formazione delle competenze appropriata per la 'nuova economia'" (ILO, 2004).

Germania e Singapore hanno schemi di account di formazione individuale simili. Nel primo caso, i soggetti idonei, disoccupati o lavoratori occupati in circostanze specifiche, possono ricevere buoni formativi dalla rispettiva agenzia per l'impiego o centro per l'impiego per seguire la formazione pertinente; questi buoni vengono riscattati

presso le istituzioni educative che sono state accreditate a fornire formazione continua e istruzione (Ministero federale del lavoro e degli affari sociali, 2012). Allo stesso modo, quest'ultima ha lanciato la sua iniziativa SkillsFuture nel 2016 per fornire 500 SGD di crediti (ricaricati periodicamente) a ogni cittadino dai 25 anni in su per pagare i corsi presso uno qualsiasi dei 500 fornitori di formazione sponsorizzati dal governo (Skills Future, n/d). L'analisi dei dati è uno degli otto flussi di formazione che i singaporiani possono seguire.

Il settore dell'istruzione dell'UNESCO sta inoltre sviluppando iniziative che sfruttano l'intelligenza artificiale per raggiungere l'SDG 4, con particolare attenzione alla TVET. Ad esempio, in collaborazione con Ericsson, l'Unità TIC nell'istruzione dell'UNESCO sta lanciando l'iniziativa "Artificial Intelligence for Youth" che si concentra sull'aumento dello sviluppo delle competenze di intelligenza artificiale per i giovani. Questo progetto mira a sostenere e promuovere le capacità dei formatori master per responsabilizzare i giovani nello sviluppo di applicazioni di intelligenza artificiale innovative. Creerà inoltre un archivio di corsi di formazione relativi all'intelligenza artificiale e mobiliterà centri hub e hackathon di intelligenza artificiale per trasmettere la formazione a cascata per i giovani su una scala più ampia.

Gli esempi qui riportati sottolineano l'importanza di collaborare con l'industria per rafforzare l'efficacia della TVET quando si tratta di colmare le lacune di competenza dell'IA.

È necessario un costante coordinamento con l'industria per garantire che il contenuto didattico dei programmi TVET sia in linea con le esigenze del mercato del lavoro. Poiché le tecnologie di intelligenza artificiale evolvono molto rapidamente, questo coordinamento deve essere regolare e sistematico; non dovrebbe sorprendere che i programmi didattici potrebbero dover essere costantemente ripensati e rivisitati, dato il rapido ritmo di sviluppo delle tecnologie di intelligenza artificiale.

Tuttavia, il coordinamento non è l'unico modo attraverso il quale gli istituti TVET possono collaborare con l'industria. I ministeri dell'istruzione e del lavoro possono collaborare con gli attori del settore per condividere il "peso" della formazione per colmare il divario di competenze nell'IA.

Poiché l'industria trarrà vantaggio da un pool di talenti più ampio in grado di utilizzare l'IA, dovrebbe anche investire nella formazione e nel miglioramento delle competenze, riconoscendo che colmare il divario di competenze nell'IA non è l'unica responsabilità del settore dell'istruzione.

I governi riconoscono infatti l'importante ruolo della TVET nel colmare il divario di competenze nell'IA, con alcuni che addirittura installano meccanismi di welfare per supportare il miglioramento delle competenze e la riorganizzazione delle persone che svolgono lavori vulnerabili all'automazione come i casi di Singapore e Germania.

Tuttavia, colmare il divario di competenze nell'IA non dovrebbe essere limitato alle riforme dell'istruzione formale.

Apprendimento non formale e informale La

"scolarizzazione" deve essere distinta dall'"apprendimento": mentre la scolarizzazione avviene all'interno di ambienti di apprendimento strutturati contenuti in un tempo e in un luogo prestabiliti, l'apprendimento avviene in modo continuo, indipendentemente dal tempo e dal luogo. Con l'esistenza delle tecnologie mobili, ad esempio, è diventato ancora più evidente che l'apprendimento può avvenire ben al di fuori dei confini delle tradizionali istituzioni educative fisiche (Woolf et al., 2013). **I corsi online ad apertura massiccia (MOOC)** e le piattaforme di apprendimento online come **Khan Academy** sono canali alternativi attraverso i quali le persone possono accedere alla formazione sulle competenze relative all'intelligenza artificiale, con varie università che offrono corsi online su programmazione, scienza dei dati e apprendimento automatico, ad esempio. Ci sono state anche iniziative di base come Code.org e EU Code Week, il cui raggio d'azione continua a crescere nel tempo (Commissione europea, 2016).

Le piattaforme MOOC sono infatti buoni esempi di apprendimento sistemi che contribuiscono a portare formazione sulle competenze relative all'IA e utilizzano tecniche di intelligenza artificiale per ottenere il massimo da se stessi. Ciò è dovuto al loro carattere digitale intrinseco. Coursera, edX, iversity, Future Learn, Udacity, CognitiveClass.ai, ecc. sono esempi di tali piattaforme che, in alcuni casi, affermano di applicare NLP (Natural Language Processing) e Machine Learning in combinazione con Crowdsourcing, ad esempio, per valutare risposte brevi, esercizi di codifica, vocabolario e persino generare automaticamente domande "wh" (chi/cosa/quando/dove/perché).

L'impatto di questo tipo di piattaforme risiede nel circolo virtuoso che possono generare tra quattro fattori: (i) Globale Reach, che produce una grande quantità di dati di utilizzo come loro

raggiungere il mondo intero, (ii) possono combinare l'apprendimento sincrono e asincrono, il che significa flessibilità per gli studenti, (iii) offrono un'opportunità per "cambiatori di carriera" per gli studenti permanenti e (iv) consentono ai proprietari e agli insegnanti di ricercare e sperimentare.

Va notato, tuttavia, che data la comparsa relativamente recente di queste piattaforme di apprendimento informale, i dati e la ricerca sulla loro efficacia complessiva ha ancora a

lunga strada da percorrere nella misura in cui devono essere ben dosati e contrastati. Quando si tratta di misurare l'efficacia di queste piattaforme, infatti per qualsiasi sistema di apprendimento su larga scala, la definizione di indicatori chiave di prestazione pertinenti è ovviamente un compito molto complesso. È facile iniziare a utilizzare indicatori semplici come la partecipazione, la persistenza, il completamento, la soddisfazione e l'attività. Ma dovrebbero emergere metriche più sofisticate, che vanno dalle correlazioni tra diverse misure di attività a modelli non banali di successo/non successo che possono essere scoperti utilizzando il potere dell'intelligenza artificiale.

I MOOC possono essere considerati rientrare in una categoria più ampia di "ambienti di apprendimento su larga scala". Oltre agli esempi di piattaforme MOOC formali sopra riportati, altri sistemi meno formali, solitamente basati su comunità, hanno un impatto rilevante sul numero di persone che apprendono: comunità di citizen science, canali YouTube di insegnanti volontari, comunità di programmazione collaborativa (Scratch, GitHub), sistemi di tutorial e forum della comunità (StackOverflow), comunità di critica condivise (DeviantArt), comunità informali di studenti ("Explain It Like I'm Five" sub Reddit), ecc.

Rimane importante investire in tali programmi di apprendimento non formale e informativo. Il caso summenzionato della strategia nazionale finlandese per rendere l'1% della popolazione totale alfabetizzata all'IA fornisce un buon esempio di come le iniziative di sviluppo delle capacità informali e non formali possano essere promosse anche attraverso piattaforme basate sulle TIC. Dato il rapido ritmo con cui le tecnologie di intelligenza artificiale si stanno evolvendo, sarà sempre necessario un aggiornamento costante e continuo. Andando avanti, tuttavia, quando saranno disponibili più dati sui risultati di queste iniziative di apprendimento permanente, i governi potranno iniziare a monitorare e valutare e quindi apportare le modifiche necessarie per rendere tali iniziative più efficaci.

Sezione III:

AI nell'istruzione: sfide e
implicazioni politiche

I servizi basati sull'intelligenza artificiale sono già diventati prevalenti nelle vite umane in molti luoghi, compresi i paesi meno sviluppati. Ad esempio, i bot in **Kenya** ora danno risposte a domande sulla salute riproduttiva in modo sicuro e confidenziale, eliminando così la visita allo studio del medico. I robot si affidano alla tecnologia AI per elaborare e rispondere a domande riguardanti la salute sessuale e riproduttiva in modo sicuro e riservato. Diverse applicazioni di intelligenza artificiale sono emerse anche nel settore agricolo in diversi paesi africani. In **Kenya**, Vital Signs raccoglie e integra dati su agricoltura, ecosistemi e benessere umano. Utilizza i dati delle immagini satellitari per stimare i modelli di precipitazioni e siccità. In **Nigeria**, Zenvus è una piattaforma basata sui dati che fornisce agli agricoltori approfondimenti basati sui dati raccolti da sensori e altri mezzi. La loro missione è eliminare

povertà nei paesi in via di sviluppo migliorando la produttività complessiva dell'agricoltura.

I settori finanziario e dei trasporti pubblici sono ulteriori esempi di dove le tecnologie basate sull'intelligenza artificiale stanno cambiando la vita delle persone. Tala è la domanda di finanziamento numero uno del Kenya. Fornisce credito con commissioni basse e programmi di rimborso facili. I loro clienti target non hanno una storia creditizia. Attraverso l'applicazione, l'azienda può valutare i clienti esclusi analizzando i dati di Facebook e SMS per determinare il rischio di mancato pagamento del cliente.

Un altro esempio in **Nigeria** è Kudi.ai, un sistema che consente agli utenti di migliorare l'utilizzo dei trasferimenti di denaro utilizzando linguaggi naturali e intelligenza artificiale per semplificare i pagamenti peer-to-peer utilizzando un chatbot che funziona su app di messaggistica popolare.

Questi esempi dimostrano che l'innovazione radicale è possibile in condizioni estreme. Alcuni autori hanno sviluppato un quadro per analizzare le innovazioni frugali come soluzioni concepite attraverso bisogni in condizioni difficili (Leadbeater & Wong, 2010).

Cominciano ad aprirsi nuovi dibattiti sia nel campo degli aiuti internazionali che all'interno delle politiche nazionali. L'istruzione è un campo in cui la tecnologia può aiutare a superare le disuguaglianze (Winthrop, Barton & McGivney, 2018)? In che modo i paesi in via di sviluppo con gravi problemi sociali possono affrontare il complesso ecosistema necessario per sviluppare soluzioni di intelligenza artificiale nell'istruzione? In che modo le politiche pubbliche possono responsabilizzare gli insegnanti in modo che siano attori chiave in questo processo e non semplici spettatori?

Recenti revisioni sistematiche mostrano che l'IA nell'istruzione è stato un campo di ricerca concentrato nei paesi sviluppati (Roll & Wylie, 2016). Come parte di una discussione tecnologica avanzata che si basa su infrastrutture ed ecosistemi di conoscenza saldamente sviluppati, l'IA nell'istruzione è un argomento trascurato nel mondo in via di sviluppo. Questo documento

intende portare la discussione sui paesi meno sviluppati e in via di sviluppo, riconoscendo i molteplici limiti che questi paesi devono affrontare e scoprendo la necessità di un'innovazione strutturale per scavalcare l'istruzione come diritto umano utilizzando le opportunità tecnologiche per avanzare su larga scala in nuovi scenari di apprendimento.

Questa sezione finale presenta le sei principali sfide future riguardanti l'integrazione dell'IA nell'istruzione come un modo per migliorare l'equità e la qualità dell'apprendimento e per promuovere la realizzazione dell'SDG 4. Combina i due argomenti principali di questo documento, vale a dire le nuove opportunità dell'intelligenza artificiale per migliorare l'apprendimento e il modo in cui l'istruzione dovrebbe preparare gli studenti e i futuri lavoratori in un mondo basato sull'intelligenza artificiale.

Prima sfida: una politica pubblica globale sull'IA per lo sviluppo sostenibile

Il settore dell'istruzione è sia cliente che attore in faccia di sviluppi radicali nella tecnologia basata sull'intelligenza artificiale. A questo proposito, la componente educativa diventa fondamentale quando i paesi sviluppano strategie nazionali di IA, come abbiamo visto nei casi di Australia, Cina, Estonia, Francia, Singapore, Corea del Sud e, anche se più recentemente, Stati Uniti.

Da un lato, l'IA ha un grande potenziale per migliorare i sistemi educativi: in che modo l'IA può aiutare studenti, insegnanti, amministratori e responsabili politici? D'altra parte, i sistemi educativi dovrebbero formare studenti che possiedano le competenze necessarie per prosperare in una società circondata dall'intelligenza artificiale. Attualmente, la maggior parte degli sviluppi dell'IA nell'istruzione proviene dal settore privato. Aziende come Pearson, McGraw-Hill, IBM, Knewton, Cerego, Smart Parrow, Dreambox, LightSide o Coursera stanno avanzando nell'introduzione dell'apprendimento adattivo attraverso algoritmi intelligenti che utilizzano i Big Data per personalizzare l'apprendimento. La maggior parte dei governi sta lottando per gestire questo aumento dell'impegno del settore privato con l'IA nell'istruzione.

Studi recenti mostrano che il mercato dell'istruzione digitale aumenterà del 5% annuo fino al 2021 (Docebo, 2016). Gli esperti prevedono una crescita del 50% nel mercato dell'intelligenza artificiale tra il 2017 e il 2021 (HTF Market Intelligence, 2018).

Qual è il ruolo dello Stato in questo contesto? Può far fronte alla velocità del cambiamento tecnologico guidato dai mercati privati?

Il modo migliore per affrontare queste domande iniziali per i paesi in via di sviluppo è attraverso una prospettiva globale sull'argomento. L'intelligenza artificiale opera all'interno di complessi ecosistemi di conoscenza, innovazione, business e nuove normative. Le politiche statali dovrebbero essere in grado di affrontare contemporaneamente più domande per generare soluzioni e normative e creare o supportare ecosistemi di innovazione per portare le opportunità dell'IA nel campo dell'istruzione.

Lo sviluppo delle politiche pubbliche riguardanti l'IA nell'istruzione è ancora agli inizi, ma è un campo che molto probabilmente crescerà in modo esponenziale nei prossimi dieci anni. È difficile trovare alcuni componenti comuni in una fase così precoce, ma alcuni problemi stanno iniziando a emergere come fattori chiave mostrati dai casi di studio:

- Le politiche pubbliche non saranno in grado di far fronte alla velocità di innovazione nel campo dell'intelligenza artificiale con il suo tradizionale istituzioni. Nuove agenzie e istituzioni all'interno del settore pubblico sono fondamentali per creare il contesto intellettuale e materiale dell'IA per lo sviluppo sostenibile.
- Nell'ambito di questa strategia, i paesi stanno sviluppando laboratori e incubatori con fondi pubblici per sviluppare iniziative nell'IA che promuovano i beni pubblici.
- Lo stato deve creare partnership con il settore privato per ampliare l'ecosistema dell'IA perché il settore pubblico non sarà in grado di innovare a un livello tecnologico così complesso livello da solo.
- Per affrontare questioni etiche, è essenziale consultare esperti e formare team per creare progetti e tabelle di marcia nell'incertezza del prossimo sviluppo futuro dell'IA.
- Come parte dell'ecosistema, è essenziale crearne di nuovi opportunità di finanziamento per sviluppare strutture accademiche e di ricerca per la formazione e la formazione di specialisti di intelligenza artificiale.
- Le iniziative di questi paesi stanno scatenando il potenziale dell'intelligenza artificiale nell'istruzione con esperimenti di piattaforme di apprendimento adattivo, valutazioni online, correzione automatica del saggio, progettazione speciale in un contesto di penetrazione tecnologica su larga scala.
- Alcuni di questi paesi si occupano anche di conseguenze etiche dell'IA nell'istruzione. Pertanto, vengono introdotte nuove normative per garantire l'uso dell'IA da parte delle aziende private in termini di utilizzo dei dati, privacy e trasparenza delle modalità di progettazione degli algoritmi.

- Come parte dell'impegno a sviluppare un complesso dell'ecosistema dell'IA come bene comune, alcuni governi stanno iniziando ad ampliare la comprensione pubblica e il dibattito pubblico su questi temi nel contesto di un nuovo ideale democratico.

Come presentato in questo documento, molti paesi hanno programmato impegni di bilancio significativi per la creazione di centri di ricerca sull'IA e il reclutamento e la formazione dei professionisti dell'IA. In effetti, il rafforzamento della formazione e della ricerca sull'IA attraverso l'istruzione superiore è considerato fondamentale per la creazione di competenze nazionali nell'IA. I governi stanno investendo nella ricerca e nella formazione avanzata nell'IA, che si verificano principalmente negli istituti di istruzione superiore, attraverso la creazione di centri accademici di eccellenza nell'IA, reti di università e istituti di ricerca e borse di studio per attirare più talenti nel campo dell'IA.

Il partenariato pubblico-privato è un altro aspetto importante del rafforzamento della formazione e della ricerca sull'IA. I paesi citati in questo documento hanno stretto partenariati tra industria e mondo accademico non solo per condividere risorse materiali e finanziarie, ma anche per garantire che i programmi educativi siano ben allineati con le esigenze del mercato del lavoro. Tuttavia, i partenariati non dovrebbero essere limitati all'industria e al mondo accademico; i partenariati intra-settoriali si dimostrano altrettanto importanti dei partenariati tra università e industria. I partenariati tra università e istituti di ricerca promuovono la ricerca collaborativa, che può accelerare lo sviluppo di competenze nell'IA.

Affinché questi sforzi siano efficaci, tuttavia, devono essere allineati con una più ampia strategia nazionale per l'IA, con una visione chiara e obiettivi chiaramente definiti. Questo è il caso di tutti e tre gli esempi sopra descritti. L'elaborazione di tali strategie può essere vista come una risposta anticipata all'IA: piuttosto che rispondere passivamente agli sviluppi dell'IA, i paesi citati hanno scelto di costruire competenze nazionali in modo da poter guidare lo sviluppo e il dialogo in questo senso. Una risposta efficace del settore dell'istruzione all'IA non dovrebbe essere semplicemente "palliativa". Il settore dell'istruzione è ben posizionato per plasmare la visione di un paese per l'IA poiché, dopo tutto, è la culla delle future competenze nel settore.

A questo punto, promuoviamo la creazione di un Osservatorio sull'IA per esaminare le iniziative rilevanti dell'IA nell'educazione e nell'informazione sui piani strategici nazionali e internazionali per l'IA (cfr. Conclusioni).

Per comprendere le potenzialità di queste iniziative e la situazione di altri paesi, occorre spostare l'attenzione verso parametri di benchmarking. Ciò consentirà alle iniziative di confrontarsi e identificare dove si trovano

stare nel viaggio. Ciò potrebbe persino consentire ai paesi di confrontarsi su come diventare pronti per l'IA. Ad esempio, l'Indice di preparazione all'automazione: chi è pronto per la prossima ondata di automazione? Preparazione dell'IA del governo (Stirling, Miller e Martinho-Truswell, n/d).

Tenendo presente questa visione globale, quali sono le possibilità di introdurre l'IA nell'istruzione nei paesi in via di sviluppo? La tecnologia ha aperto nuove opportunità per i paesi che affrontano grandi sfide sociali. In Africa, l'accesso ai telefoni cellulari è cresciuto esponenzialmente negli ultimi 15 anni, trainando la crescita economica (Aker & Mbiti, 2010). Nuove discussioni stanno emergendo nei paesi in via di sviluppo per utilizzare il potere dell'IA per promuovere l'uguaglianza sociale (BID, 2018).

Seconda sfida: garantire l'inclusione e l'equità nell'IA nell'istruzione

Mentre l'intelligenza artificiale può aprire numerose possibilità come presentato in questo documento, può anche essere una tecnologia dirompente e può approfondire le disuguaglianze e le divisioni esistenti poiché è più probabile che la popolazione emarginata e svantaggiata sia esclusa dall'istruzione basata sull'intelligenza artificiale. Il risultato è un nuovo tipo di divario digitale: un divario nell'uso della conoscenza basata sui dati per informare il processo decisionale intelligente (Hilbert, 2015).

L'equità e l'inclusione dovrebbero essere valori fondamentali nella progettazione di politiche per l'IA nell'istruzione. I responsabili politici dovrebbero quindi porsi diverse domande sull'inclusione e l'equità quando sviluppano le loro politiche. Ad esempio, quali condizioni infrastrutturali sono urgenti nei paesi in via di sviluppo per rendere possibile l'IA nell'istruzione? Cosa abbiamo imparato dalle precedenti esperienze per costruire condizioni sostenibili ed eque ai diritti digitali in termini di accesso a Internet? In che modo l'IA può servire l'istruzione fornita a gruppi e popolazioni svantaggiate? In che modo l'istruzione digitale e l'intelligenza artificiale possono crescere più rapidamente nei paesi in via di sviluppo per colmare il divario educativo tra studenti ricchi e poveri del mondo? Quali sono le buone pratiche sull'IA per donne e ragazze per colmare i divari di genere?

Studi recenti hanno mappato gli ostacoli all'introduzione dell'IA nell'istruzione nei paesi in via di sviluppo. I principali includono 1- Disponibilità dell'hardware ICT, 2-Disponibilità elettrica, 3-Affidabilità di Internet, 4-Costo dei dati, 5-Competenze ICT di base degli studenti, 6-Lingua e 7-Mancanza di contenuti culturalmente appropriati (Nye, 2015). Ulteriori revisioni sull'introduzione dei Big Data nei paesi in via di sviluppo mostrano che la mancanza di infrastrutture di base crea un nuovo divario digitale nel

uso della conoscenza basata sui dati per un processo decisionale intelligente e informato (Hilbert, 2015). Per rimuovere questi ostacoli, è necessario mettere in atto molteplici politiche. È essenziale iniziare definendo Internet come un diritto umano e creando molteplici alleanze internazionali per costruire infrastrutture nei settori più poveri del mondo in via di sviluppo (Mutoni, 2017). Il lavoro svolto dalla Commissione per la banda larga delle Nazioni Unite ne è un chiaro esempio.

Terza sfida: preparare gli insegnanti per l'istruzione basata sull'intelligenza artificiale e preparazione dell'intelligenza artificiale per comprendere l'istruzione

Non ci sono indicazioni di un'adozione a livello di sistema di applicazioni basate sull'intelligenza artificiale per l'insegnamento e l'apprendimento o la gestione del sistema, anche se l'industria della tecnologia educativa deve ancora cessare la produzione di nuovi sviluppi. Il loro difetto fondamentale è che, piuttosto che affrontare i problemi esistenti e le questioni che gli insegnanti devono affrontare, promuovono nuovi modi di organizzare l'insegnamento che si scontrano con le pratiche tradizionali, spesso senza valutazioni rigorose a sostegno dei vantaggi dichiarati di nuove soluzioni. Non sorprende che gli insegnanti ascoltino ciò che i fornitori hanno da dire, ma non necessariamente lo accettano. In questo contesto, alcuni paesi hanno già progettato politiche che supportano gli sforzi dell'industria EdTech nazionale per promuovere l'innovazione, intensificare gli sforzi e le modalità di qualificazione e responsabilizzazione della domanda (insegnanti e scuole), sostenendo le loro pratiche innovative e, infine, esplorando come l'IA può contribuire a un più ricco, più informato sulle prove ambiente politico e di pianificazione nell'istruzione.

Gli esempi qui presentati mostrano come le piattaforme di analisi dell'apprendimento possono utilizzare algoritmi predittivi per aiutare gli insegnanti a diagnosticare e anticipare le difficoltà di apprendimento incontrate dagli studenti e quindi implementare interventi personalizzati per rispondere a tali difficoltà. Tuttavia, mentre gli algoritmi predittivi facilitano certamente l'analisi e l'interpretazione dei dati, questi algoritmi non sono ciò che rende potenti i sistemi di analisi dell'apprendimento. L'efficacia dei sistemi di analisi dell'apprendimento risiede nella loro utilità e rilevanza per studenti ed educatori. Dati in tempo reale e l'elaborazione dovrebbe tradursi in feedback in tempo reale, intervento più rapido e istruzioni personalizzate. In quanto tali, gli educatori continuano a svolgere il ruolo principale. Agli insegnanti e ai dirigenti scolastici dovrebbe essere data sufficiente autonomia per gestire le rispettive classi e scuole, sulla base dell'idea che conoscono meglio le esigenze dei loro studenti. Le analisi automatizzate servono solo a questo

autonomia se gli insegnanti e i dirigenti scolastici sono autorizzati a gestire l'offerta formativa nelle rispettive scuole. In caso contrario, l'implementazione di qualsiasi strumento basato sull'intelligenza artificiale può solo fare così tanto.

Gli insegnanti rimarranno quindi in prima linea nell'istruzione;

è sbagliato affermare che l'intelligenza artificiale può sostituire gli insegnanti.

Argomentazioni contrarie riducono la professione docente allo svolgimento di compiti meramente conoscitivi e di routine, ignorano le ricerche che sottolineano l'importanza di un mentore umano a supporto del processo di apprendimento e trascurano gli aspetti creativi e socio-emotivi dell'insegnamento, che vanno oltre il mero trasmissione della conoscenza (Bali, 2017). Inoltre, gli insegnanti decideranno come e quando sarebbe opportuno utilizzare strumenti abilitati all'intelligenza artificiale.

Pertanto, lo sviluppo di questi strumenti abilitati all'intelligenza artificiale e la loro integrazione nella fornitura di programmi educativi deve essere un processo partecipativo, progettato per "fornire il supporto di cui gli educatori hanno bisogno, non il supporto di cui i tecnologi o i progettisti pensano di aver bisogno".

(Luckin et al., 2016). Detto questo, le tecnologie abilitate all'intelligenza artificiale offrono opportunità per automatizzare alcune attività amministrative e di routine come la valutazione e la tenuta dei registri, che gli insegnanti stanno attualmente eseguendo. L'automazione di tali compiti può liberare il tempo degli insegnanti, consentendo di fatto agli insegnanti di dedicare più energia agli aspetti creativi, empatici e stimolanti della loro professione.

Dato l'eventuale uso diffuso dell'intelligenza artificiale in classe, la formazione degli insegnanti è quindi un aspetto fondamentale per consentire agli insegnanti di utilizzare i dati educativi per migliorare la pedagogia. Per essere in grado di utilizzare in modo efficace le tecnologie abilitate dall'intelligenza artificiale, gli insegnanti dovrebbero anche assimilare nuove competenze, in particolare (Luckin et al., 2016):

- Una chiara comprensione di come i sistemi abilitati all'IA possono facilitare l'offerta di apprendimento, in modo che possano esprimere giudizi di valore sui nuovi prodotti educativi abilitati all'IA;
- Capacità di ricerca e analisi dei dati, in modo che possano farlo interpretare i dati forniti dai sistemi abilitati all'intelligenza artificiale, porre domande utili sui dati e fornire agli studenti un feedback basato sugli approfondimenti che derivano dai dati; E
- Nuove capacità di gestione, in modo che possano efficacemente gestire sia le risorse umane che quelle di intelligenza artificiale a loro disposizione.

- Una prospettiva critica sui modi Ai e digitale le tecnologie influenzano la vita umana e nuove strutture di pensiero computazionale e competenze digitali possono aumentare le capacità degli studenti di comprendere il potere, i pericoli e le possibilità dell'IA.
- Consentire agli insegnanti di trarre vantaggio dall'IA che prende il sopravvento compiti ripetitivi per introdurre più capacità umane per le quali potrebbero non aver avuto tempo prima: tutoraggio, supporto emotivo, abilità interpersonali, ecc.
- Aiutare gli studenti ad acquisire quelle abilità e competenze che probabilmente non saranno sostituite dalle macchine.

I programmi di formazione degli insegnanti dovrebbero pertanto tenere conto di queste nuove competenze, sia a livello in servizio che prima del servizio.

Non solo gli insegnanti devono prepararsi a comprendere e cogliere le nuove possibilità tecnologiche che l'istruzione digitale e basata sull'intelligenza artificiale sta sviluppando. La storia delle innovazioni nell'istruzione è piena di promesse perdute che non si riesce a capire come il lavoro degli insegnanti e la cultura delle scuole. Per creare nuove possibilità educative, gli sviluppatori di intelligenza artificiale devono partecipare a nuovi dialoghi con educatori, progettisti di contenuti e specialisti interdisciplinari.

Al momento, si sono evolute due comunità distinte, vale a dire l'analisi dell'apprendimento (LA) e l'estrazione di dati educativi (EDM). Queste due comunità si sovrappongono in modo significativo in termini di obiettivi e tecniche, ma differiscono in quanto i ricercatori EDM, originati dalla comunità dei sistemi di tutoraggio intelligenti, lavorano sulla cognizione su scala molto ridotta. I metodi EDM sono tratti da una varietà di discipline, tra cui il data mining, l'apprendimento automatico, la psicommetria delle statistiche, la visualizzazione delle informazioni e la modellazione computazionale.

Il campo dell'analisi dell'apprendimento è più focalizzato sull'apprendimento dei sistemi di gestione dei contenuti e sui risultati dei test su larga scala. Per fare ciò, combinano dati istituzionali, analisi statistiche e modelli predittivi per identificare quali studenti hanno bisogno di aiuto e come gli istruttori possono cambiare il comportamento scolastico.

Gli sviluppi futuri del software basato sull'intelligenza artificiale nell'istruzione devono costruire solidi ponti tra cognizione, aule e punteggi dei test su larga scala. La sfida è quella di creare nuovi dialoghi pedagogici a livello micro e macro della comprensione dell'educazione. Ad esempio, dovremmo analizzare il pensiero sistemico, il pensiero critico, l'autoregolazione e l'ascolto attivo. L'analisi dei dati dovrebbe spostarsi tra i singoli sistemi di tutoraggio e valutare le competenze degli studenti per il 21° secolo (Woolf et al. 2013).

Quarta sfida: sviluppare sistemi di dati di qualità e inclusivi

Dato che i dati alimentano l'intelligenza artificiale, dati completi, affidabili e tempestivi costituiscono un prerequisito importante per l'installazione di sistemi di analisi dei dati potenziati dall'intelligenza artificiale. Un sistema di analisi dei dati completamente funzionante con dati completi e aggiornati apre possibilità per algoritmi predittivi e di apprendimento automatico abilitati all'intelligenza artificiale. I dati abilitano sistemi intelligenti. Senza i dati necessari, nessun algoritmo, per quanto sofisticato, può funzionare correttamente. Pertanto, un ambiente ricco di dati è un prerequisito per i sistemi abilitati all'intelligenza artificiale. Tuttavia, la disponibilità dei dati è una condizione necessaria ma insufficiente. Ne consegue che qualsiasi sistema abilitato all'intelligenza artificiale è valido solo quanto i dati che contiene. Dopotutto, è probabile che dati imprecisi facciano sì che gli algoritmi di apprendimento automatico generino output errati. In effetti, gli algoritmi predittivi possono fare previsioni complete e accurate solo se i dati che stanno gestendo sono essi stessi completi e accurati.

Tuttavia, molti paesi hanno ancora difficoltà a raccogliere dati educativi di base ma critici. L'Istituto di statistica dell'UNESCO (UIS) cita i numerosi ostacoli alla raccolta e all'uso efficiente ed efficace dei dati educativi (UIS, 2018b). I dati educativi dovrebbero essere aperti e utilizzabili a livello scolastico. Un EMIS dovrebbe essere in grado di generare analisi sufficientemente granulari da aiutare gli insegnanti e gli amministratori dell'istruzione a comprendere le sfide principali, pur essendo in grado di aggregare i dati per rivelare le tendenze che possono informare lo sviluppo delle politiche.

Inoltre, i dati devono anche tenere conto delle disuguaglianze, fornendo approfondimenti, ad esempio, sui risultati dell'apprendimento disaggregati in base a fattori demografici quali età, genere e contesto socio-economico (UNESCO, 2018). La capacità di generare tali analisi consente ai sistemi educativi di determinare lo svantaggio educativo sperimentato da specifiche popolazioni emarginate o vulnerabili. Tuttavia, i dati sui gruppi svantaggiati tendono ancora oggi ad essere incompleti e addirittura assenti. Ad esempio, uno studio dell'UNICEF del 2016 ha mostrato che, su 40 paesi esaminati, 19 non avevano alcun dato sui bambini con disabilità; per molti paesi che disponevano di dati, è stato solo specificato che il bambino era in un programma per bisogni speciali ma non è stato indicato la disabilità (UNICEF, 2016). Anche i dati sui rifugiati e sulle popolazioni sfollate interne (IDP) rimangono limitati, con la maggior parte di questi dati provenienti da campi e contesti simili ai campi (UNESCO

& UNHCR, 2016). Anche i rifugiati che studiano nelle scuole nazionali spesso non sono identificati come rifugiati nelle statistiche sull'istruzione nazionale, rendendo così più difficile il monitoraggio e la valutazione dei loro risultati di apprendimento. Inoltre, poiché la raccolta e l'analisi dei dati sull'istruzione di solito avviene una volta all'anno, i dati spesso non sono in grado di trasmettere informazioni accurate sulle popolazioni transitorie.

È anche importante notare che il sistema educativo in sé non è l'unica fonte di dati rilevanti per l'offerta di apprendimento. I dati sulle famiglie, come specificatamente indicato dall'UIS, possono anche fornire spunti su fattori esogeni che potrebbero spiegare le difficoltà di apprendimento a scuola. Lo stesso si può dire dei dati provenienti da altri ministeri, ad esempio il ministero della salute. I dati sulla nutrizione possono essere utilizzati per riferire, ad esempio, sulla progettazione dei programmi di pasti scolastici. Questo parla dell'importanza dell'integrazione dei dati: quando i sistemi governativi sono integrati, più dati vengono condivisi e disponibili in tutti i settori. Questa condivisione dei dati significa che più dati possono essere utilizzati dal settore dell'istruzione per eseguire algoritmi di intelligenza artificiale e, di conseguenza, maggiori possibilità di generare analisi, modelli o previsioni.

La comprensione che i dati sono in grado di produrre un valore diretto e sono utili a tutti i livelli dell'istruzione

sistema è fondamentale per garantire la qualità dei dati. Infatti, l'estensione dell'utilizzo dei dati determina almeno in parte la qualità dei dati (Orr, 1998). Dopotutto, i dati più utili sono per uno stakeholder, maggiore è l'incentivo che lo stakeholder ha a garantire

che i dati siano prodotti in modo accurato e tempestivo. I dati aperti possono anche essere uno stimolo per l'uso dei dati.

La possibilità di accedere a dati e metadati non solo consente agli intermediari (ad esempio le ONG) e alle parti interessate della comunità di trarre valore diretto e di estrarre informazioni dai dati sull'istruzione, ma questa trasparenza crea anche un maggiore senso di responsabilità da parte dei ministeri dell'istruzione per il miglioramento dei risultati educativi (UNESCO, 2018). Gli open data sono ancorati al discorso della "produzione" di dati, ovvero le parti interessate non solo consumano dati, ma sono anche coinvolte nella produzione e interpretazione dei dati (Williamson, 2015). Le parti interessate devono avere accesso all'analisi dei dati se devono essere coinvolte nel miglioramento del sistema educativo.

Le tecnologie basate sull'intelligenza artificiale offrono opportunità di realizzazione dati educativi più utili ad ogni livello dell'istruzione

sistema. L'analisi dell'apprendimento, ad esempio, come dimostrato negli esempi forniti in questo documento, fornisce agli educatori informazioni in tempo reale sui progressi individuali degli studenti

e modelli di apprendimento, consentendo così ai primi di apportare modifiche in tempo reale al loro approccio didattico.

Inoltre, la generazione di dati in tempo reale potrebbe anche significare che i dati a livello di studente sono costantemente aggiornati, vale a dire, se i sistemi di analisi dell'apprendimento utilizzati a livello scolastico confluiscono direttamente in un EMIS a livello di sistema. Questa acquisizione di dati in tempo reale offre anche l'opportunità di espandere i set di dati su rifugiati e sfollati interni, dato che i tradizionali programmi annuali di raccolta dei dati hanno prodotto dati insufficienti su tali popolazioni. L'analisi automatizzata facilita inoltre la disaggregazione dei dati in base a vari fattori demografici, rendendo così anche relativamente più semplice l'identificazione delle fonti di disuguaglianza educativa. Naturalmente, disporre di una quantità adeguata di dati è un prerequisito per produrre tali analisi. Pertanto, i paesi con sistemi di dati deboli o incompleti dovrebbero concentrarsi sul rafforzamento dei propri sistemi di dati e sul colmare le lacune nei dati.

Va riconosciuto, tuttavia, che mentre le tecnologie per l'acquisizione dei dati stanno effettivamente diventando sempre più potenti, i loro costi potrebbero essere proibitivi, in particolare per i paesi a basso e medio reddito. Pertanto, i costi di tali sistemi di dati devono essere attentamente esaminati e soppesati rispetto ai potenziali benefici.

Sebbene numerosi governi siano in grado di produrre grandi quantità di dati sull'istruzione per informare il processo decisionale, molti paesi non sono ancora in grado di farlo (Custer et al., 2018). Molti sforzi per porre rimedio a questo problema sono falliti poiché si sono concentrati sull'approvvigionamento di tecnologie di comunicazione dei dati più sofisticate, anche quando il problema risiedeva in processi istituzionali deboli che si tradurrebbe in dati difettosi, incompleti e inutilizzati. Ciò rimanda a forti processi istituzionali e organizzativi che sono un prerequisito per l'installazione di qualsiasi sistema dipendente dai dati, inclusa la tecnologia AI. Pertanto, il rafforzamento delle capacità istituzionali diventa un investimento cruciale, in particolare per i paesi i cui processi di dati rimangono ad hoc e quindi incapaci di produrre dati coerenti, pertinenti e tempestivi.

Quinta sfida: rendere significativa la ricerca sull'intelligenza artificiale nell'istruzione

Mentre possiamo ragionevolmente aspettarci un aumento della ricerca sull'intelligenza artificiale nell'istruzione nei prossimi anni, vale anche la pena ricordare le difficoltà che il settore dell'istruzione incontra nel valutare la ricerca educativa in modo significativo per la pratica e la definizione delle politiche. Il particolare dominio della ricerca sulla tecnologia educativa dimostra chiaramente che cosa

i ricercatori affermano che le domande chiave della ricerca sono abbastanza frequenti estraneo alle esigenze degli insegnanti.

Il potenziale della tecnologia per trasformare l'istruzione è stato spesso affermato, sebbene sia ampiamente riconosciuto che, per vari motivi, questo potenziale deve ancora essere sfruttato come previsto nei paesi sviluppati (Conlon & Simpson, 2003; Cuban, 2001; OECD, 2015; Sandholtz, 2001) o paesi in via di sviluppo (Power, Gater, Grant e Winters, 2014). Quando si esamina il modo in cui vengono prese le decisioni sull'uso della tecnologia nell'istruzione, è sorprendente quanto poco si sappia sugli effetti dell'uso della tecnologia sulla qualità dell'istruzione scolastica e, più specificamente, quali usi particolari della tecnologia possono portare a un migliore apprendimento. Gli attuali sviluppi riguardanti l'IA nell'istruzione sembrano essere un altro esempio di questo ben noto fenomeno. Questo è uno stato di cose tutt'altro che ottimale nei contesti di sviluppo più poveri e con risorse limitate, dove le riforme basate sulla tecnologia vengono spinte come rimedio alle cattive condizioni economiche e sociali. Poiché l'enfasi di molte iniziative nazionali in questo contesto è solitamente posta sulla concessione dell'accesso alla tecnologia come valore aggiunto intrinseco, non sono state condotte molte ricerche sugli effetti reali sull'apprendimento.

C'è un grande bisogno di sostenere le applicazioni dell'IA nell'istruzione in modi che contribuiscano a rendere le scuole più adatte alle esigenze e alle attività di un'IA società potenziata. Per farlo in modo efficace non è solo una questione di finanziamento, ma anche di monitorare e valutare ciò che funziona nell'istruzione, diffondendolo in modi significativi per gli insegnanti e adatti alla crescita. La questione in sospeso di come l'uso dell'IA sia correlato al rendimento scolastico può essere esplorata attraverso correlazioni e sarà fatta ancora di più in futuro, ma sarà necessario condurre ricerche ed esperimenti empirici di accompagnamento in modo da costruire un'utile base di conoscenze. Piuttosto che affermare che occorre fare più ricerca, la conclusione è che la ricerca deve essere orientata in modo diverso.

È noto che l'adozione di un'innovazione dipende essenzialmente dalla percezione degli utenti finali dei vantaggi dell'applicazione di una nuova strategia in relazione a ciò che stanno attualmente utilizzando (Rogers, 2003).

Applicando questo principio all'esempio concreto della tecnologia nell'istruzione, ci si potrebbe aspettare che l'IA possa supportare la progettazione di nuove strategie per ottenere quanto segue:

- imparare meglio, ad esempio in modo più personalizzato
- imparare di più, cioè ottenere risultati migliori dall'apprendimento
- imparare cose diverse, vale a dire raggiungere obiettivi di apprendimento che solo la tecnologia può abilitare

La ricerca dovrebbe accertare le strategie che lo renderanno possibile, le condizioni in cui sarebbero fattibili e, in ultima analisi, suscettibili di essere ampiamente applicate. La questione della fattibilità è estremamente importante per l'apprendimento scolastico perché possono esserci molte strategie che potrebbero rivelarsi incompatibili con l'attuale configurazione delle scuole e persino della professione docente.

La ricerca educativa, relativa alla tecnologia e anche in generale, è complicata dalla natura stessa della sua materia e perché le condizioni contestuali ne limitano la capacità di fornire risultati da cui trarre generalizzazioni, pregiudicando così la sua capacità di contribuire alla creazione di esperienze universalmente valide. teorie.

Nell'educazione, c'è un problema onnipresente di queste cosiddette "interazioni ubiquitarie", vale a dire il semplice numero di variabili che aumentano la difficoltà di isolare gli impatti o combinare i risultati di diversi studi (Lederman, 2003). Poiché è molto difficile isolare l'influenza delle strategie didattiche, qualsiasi esempio relativo alle strategie per migliorare l'apprendimento servirebbe le abilità e le capacità degli studenti, lo stato socioeconomico, la motivazione e l'interazione tra tutte queste variabili.

Infine, c'è anche la necessità di un esame localizzato e decentrato di ciò che accade nelle aule, in particolare nel contesto dei paesi in via di sviluppo.

Nonostante l'agenda internazionale per l'istruzione sembri suggerire che l'IA possa portare solo benefici, c'è una comprensione dei "bisogni locali nei contesti locali" al fine di trovare strategie più ampie che potrebbero essere supportate dall'IA, replicate e anche scalabili su. Non esiste una soluzione universale basata sulla tecnologia per le attuali sfide educative dei piccoli stati in via di sviluppo, cosa che non accadrà nemmeno con l'IA. Una ricerca locale ben orientata può aiutare a riconoscere gli insegnanti come attori e non semplici beneficiari o utenti di soluzioni tecnologiche ben confezionate.

Senza dubbio, la ricerca ha un ruolo da svolgere nell'indagare ulteriormente sul ruolo che le soluzioni tecnologiche svolgono nel migliorare la qualità dell'istruzione, compresi i paesi in via di sviluppo. Tuttavia, devono essere poste le giuste domande di ricerca. Dato

che i fenomeni educativi sono piuttosto complessi e sfaccettati, le domande giuste non riguardano se utilizzare o meno l'intelligenza artificiale nell'istruzione, ma quali soluzioni di intelligenza artificiale possono soddisfare al meglio le esigenze di apprendimento in evoluzione che ogni singolo insegnante deve gestire in classe considerando la realtà delle condizioni e delle opportunità di insegnamento. L'intelligenza artificiale può brillare e parlare da sola, ma a meno che non sia adeguatamente integrata nelle solide pratiche dell'insegnante no gli effetti educativi non si vedranno mai.

Sesta sfida: etica e trasparenza nella raccolta, utilizzo e diffusione dei dati

I dilemmi etici che derivano dalla raccolta, produzione, analisi e diffusione su larga scala di dati sulle persone sono un'altra considerazione importante nello sviluppo di qualsiasi quadro politico concertato per l'IA. Va notato, tuttavia, che cercare di comprendere le implicazioni etiche delle nuove tecnologie non è affatto una nuova ricerca. Negli ultimi 30 anni, studiosi e professionisti hanno cercato di definire una qualche forma di etica del computer o dell'informazione che può essere riassunta come una domanda "Che aspetto ha l'uso etico della tecnologia?" (Floridi & Taddeo, 2016). Tuttavia, l'emergere della scienza dei dati come "l'ultima fase della rivoluzione dell'informazione" ha spostato il discorso dall'etica dell'informazione all'etica dei dati. Gli esperti hanno inoltrato l'idea che "non è l'hardware che

causa problemi etici... [I]t è ciò che l'hardware fa con il software e i dati che rappresenta la fonte delle nostre nuove difficoltà" (Floridi & Taddeo, 2016).

Sebbene l'IA abbia molte applicazioni positive, ce ne sono anche preoccupazioni sociali ed etiche che dovrebbero essere affrontate.

La maggior parte delle persone ha almeno letto qualcosa sui sistemi di intelligenza artificiale che discriminano ingiustamente (ProPublica, 2016; Mic, 2016; Reuters, 2018), prendono decisioni che hanno un impatto sulla vita in modo non trasparente (Cathy O'Neil, 2016), pronti a prendere tutto il nostro lavoro (McKinsey Global Institute, 2017) e impostato per strappare il controllo agli esseri umani (The Register, 2018). Sebbene non sia necessario farsi prendere dal panico, tutte queste preoccupazioni dovrebbero comunque essere prese in considerazione quando l'IA viene applicata in modo massiccio nelle nostre società e soprattutto perché la tecnologia sta migliorando rapidamente nella misura in cui ciò che è impossibile oggi potrebbe essere possibile domani. C'è molto lavoro in corso oggi che cerca di trovare risposte a tali preoccupazioni (The European Commission, 2018; Dillon, 2018; Future of Humanity, 2018; Nuffield 2018).

In che modo queste preoccupazioni sull'IA incidono sull'istruzione e in particolare sull'educazione digitale?

Quella che segue è una spiegazione di come queste preoccupazioni possano sorgere da una prospettiva educativa.

- **Accesso ai sistemi educativi.** Sempre di più gli istituti scolastici utilizzano algoritmi di Machine Learning per accettare o rifiutare gli studenti. Due potenziali problemi con questo approccio includono:
 - **Mancanza di spiegabilità.** Alcune tecniche di ML (ad es. Deep Learning) non possono facilmente spiegare perché alcuni studenti vengono accettati mentre altri vengono rifiutati. Uno studente respinto dovrebbe avere il diritto di comprendere tali ragioni?
 - **Discriminazione ingiusta.** Quando l'apprendimento automatico gli algoritmi vengono addestrati su un determinato set di dati (diciamo con studenti di un paese dell'Europa occidentale), quindi il risultato potrebbe non essere direttamente applicabile a studenti di altre parti del mondo. Il set di dati di addestramento potrebbe essere prevenuto nei confronti di un determinato gruppo e pertanto potrebbe discriminare ingiustamente se utilizzato su un gruppo diverso.
- **Raccomandazioni ai singoli studenti.** Come il punto precedente, se le raccomandazioni sono "apprese dalla macchina" sulla base di un ampio set di dati precedenti, la raccomandazione risultante potrebbe non essere adeguata per gli studenti di un gruppo target diverso. Naturalmente, se le raccomandazioni si basano sulla storia di apprendimento individuale dello studente, allora questo problema non esiste.
- **Concentrazione dei dati personali.** Nel caso in cui - come nel le piattaforme educative del mondo digitale saranno di proprietà di alcuni dei principali attori del mondo, sorgono due preoccupazioni
 - **La concentrazione del personale (studente e insegnante)** informazioni, che potrebbero creare un rischio per la privacy. Grandi concentrazioni di dati personali sono un obiettivo attraente per i criminali informatici.
 - **Le piattaforme dominanti potrebbero creare monopoli sui dati** conquistando il mercato sulla capacità di sviluppare i migliori algoritmi. Ciò darebbe loro un grande grado di potere e aumenterebbe anche la preoccupazione della "spiegabilità" quando quei "migliori" algoritmi prendono la maggior parte delle decisioni educative per i percorsi di apprendimento degli studenti.

- **Responsabilità.** Cosa succede se le decisioni automatizzate che guidano gli studenti nel loro processo di apprendimento si rivelano sbagliate? Chi o cosa è responsabile e responsabile? Il proprietario della piattaforma? L'insegnante assegnato? L'algoritmo?
- **Impatto sul lavoro.** Se i sistemi di intelligenza artificiale automatizzano sempre più compiti che vengono normalmente svolti dagli insegnanti, cosa succede al loro lavoro? I sistemi di intelligenza artificiale possono valutare il livello iniziale dello studente, guidarlo attraverso il corso sulla base dell'intelligenza collettiva combinata con l'esperienza individuale, valutare automaticamente i risultati dei test e persino automatizzare l'interazione studente-insegnante utilizzando chatbot e tecniche di PNL.

Mentre queste preoccupazioni devono essere affrontate, non dovremmo dimenticare che senza usare l'intelligenza artificiale per l'istruzione, il risultato potrebbe essere molto peggiore. Per prima cosa, l'intelligenza artificiale può automatizzare molte attività meccaniche, ripetitive e noiose e questo dà agli insegnanti umani più tempo per casi più complessi, sfruttando l'interazione umana e assicurandosi che più studenti abbiano successo. Un altro aspetto positivo è che l'IA nell'istruzione può aiutare a migliorare le competenze della forza lavoro affinché diventi pronta per l'IA. I lavoratori i cui posti di lavoro saranno maggiormente interessati dall'automazione dell'IA hanno l'opportunità di ricevere una formazione sulle competenze necessarie per lavorare a fianco dei sistemi di intelligenza artificiale.

La privacy e la sicurezza dei dati emergono quasi immediatamente nelle discussioni sull'etica dei dati. La sfida principale consiste nell'essere in grado di utilizzare i dati personali garantendo nel contempo la protezione delle informazioni di identificazione personale e delle preferenze individuali in materia di privacy. Anche l'installazione delle misure di sicurezza necessarie per prevenire il furto di dati è fondamentale. Nell'istruzione, ciò diventa ancora più difficile nel contesto dei giovani studenti, che, in termini legali, non possono ancora fornire il consenso espresso in merito alla raccolta e all'utilizzo dei propri dati personali dati.

Nonostante queste importanti preoccupazioni, tuttavia, meno del 30% dei paesi in tutte le regioni, esclusa l'Europa, dispone di leggi complete sulla protezione dei dati (UNCTAD, 2016). Ciò è almeno in parte dovuto alla mancanza di comprensione delle questioni legali nella privacy dei dati tra i responsabili politici e le forze dell'ordine (UNCTAD, 2016). Mentre l'aumento nei quadri globali, regionali e nazionali in materia di protezione dei dati personali segna certamente una crescente comprensione dell'urgenza del problema, molti di questi quadri non offrono ancora una protezione adeguata a

cittadini, sia nella politica che nella pratica, in particolare nei paesi in via di sviluppo (World Wide Web Foundation, 2017).

Uno studio del 2016 della Conferenza delle Nazioni Unite sul commercio e lo sviluppo (UNCTAD) rivela una crescente sfiducia del pubblico nei confronti dei sistemi che utilizzano e raccolgono dati personali. Le persone sono spesso incerte su come verranno utilizzati i loro dati in seguito dando il proprio consenso (UNCTAD, 2016). I governi dovrebbero essere particolarmente preoccupati per questa crescente sfiducia, soprattutto data la quantità generalmente crescente di dati raccolti dal settore pubblico con l'aumento, ad esempio, dei sistemi di identificazione digitale (World Wide Web Foundation, 2017). Sebbene possa essere vero che questi sforzi di digitalizzazione contribuiscano a migliorare l'erogazione dei servizi, le preoccupazioni per potenziali violazioni dei dati e una maggiore sorveglianza da parte del governo sono comunque abbondanti, e ragionevolmente. Date queste preoccupazioni, i quadri giuridici devono quindi non solo garantire che i dati personali siano fortemente protetti dagli attacchi informatici; essi devono

rassicurare anche i cittadini che i loro dati non saranno utilizzati per sorveglianza ingiustificata (World Wide Web Foundation, 2017).

I governi devono comunicare chiaramente l'ambito e lo scopo di qualsiasi esercizio di raccolta dati: quale tipo di dati verranno raccolti, per quale scopo verranno utilizzati i dati e quali conseguenze, intenzionali o non intenzionali, potrebbero verificarsi all'interno del modello di dati. Ciò non solo aumenta la disponibilità dei cittadini a partecipare all'esercizio, ma consente anche ai cittadini di valutarne i benefici rispetto ai potenziali rischi, consentendo loro di prendere decisioni più informate sul consenso all'uso dei propri dati. Ciò è ancora una volta fondato sulla nozione di 'presunzione' di dati. In quanto fonti di dati, i cittadini devono sapere perché i loro dati vengono raccolti ed essere in grado di fornire il proprio consenso in modo informato. Inoltre, la raccolta dei dati dovrebbe essere ancorata

sul principio di minimizzazione, ovvero utilizzare la quantità minima di dati necessaria per ottenere un beneficio pubblico (World Wide Web Foundation, 2017).

Le questioni etiche sopra discusse trasmettono una chiara necessità di quadri politici per l'uso dell'IA nell'istruzione per incorporare un orientamento etico. La raccolta e l'utilizzo dei dati individuali, anche quando utilizzati per migliorare l'apprendimento, dovrebbero sempre essere ancorati al consenso espresso e informato, alla trasparenza, all'equità e alla correttezza.

Conclusioni

Ad oggi, gli attori non statali, in particolare il settore privato, hanno guidato principalmente la risposta all'IA nella maggior parte dei paesi. I giganti della tecnologia, concentrati in gran parte negli Stati Uniti e in Cina, ad esempio, stanno dominando lo sviluppo di tecnologie abilitate all'intelligenza artificiale. Anche l'ascesa delle startup tecnologiche ha svolto un ruolo significativo nell'accelerare la penetrazione dell'IA. La rapida espansione del settore EdTech è particolarmente degna di nota, con le tecnologie di apprendimento abilitate all'intelligenza artificiale che vedono un uso crescente in classe.

Tuttavia, data la crescente ubiquità dell'IA in tutti gli aspetti dell'attività umana, sempre più governi stanno iniziando a implementare attivamente risposte concrete all'IA. Alcuni paesi come Francia, Australia, Estonia, Sud Corea, Cina e Stati Uniti hanno persino rilasciato strategie nazionali di intelligenza artificiale. In tutte queste risposte, l'istruzione è un elemento comprensivo. Tuttavia, nei paesi in via di sviluppo, queste discussioni sono lontane e limitate da ostacoli strutturali (infrastrutture tecnologiche di base, risorse umane formate di alto profilo nel campo dell'IA, ecc.). Cosa sono

i possibili percorsi per sviluppare strategie globali nei paesi in via di sviluppo per integrare l'IA nell'istruzione? Qual è il ruolo della comunità internazionale nell'aiutare a colmare il divario digitale tra paesi che sta aumentando il loro social dividere?

Questo documento ha discusso queste domande utilizzando esempi e riflessioni su due assi principali attraverso i quali il settore dell'istruzione può sfruttare e adattarsi all'IA: (1) utilizzare l'IA per generare intuizioni in tempo reale per migliorare i risultati educativi; e (2) ripensare e riqualificare i programmi educativi per renderli più sensibili ai cambiamenti causati dall'IA.

Alcuni paesi stanno approfittando dell'abbondanza di dati educativi che è venuto con l'avvento del

Era dell'informazione. Questi paesi e le rispettive istituzioni educative hanno iniziato a raccogliere informazioni da grandi masse di dati per fornire esperienze di apprendimento più personalizzate. Naturalmente, l'elefante nella stanza implora di notare, ad esempio, le implicazioni etiche della raccolta e dell'estrazione di dati dagli studenti. Pertanto, qualsiasi quadro politico concertato relativo all'uso dell'IA nell'istruzione deve affrontare questo problema; i sistemi educativi devono delimitare chiaramente

come vengono utilizzati i dati degli studenti ed essere espressamente basati sul consenso degli studenti all'utilizzo dei loro dati.

Anche i sistemi educativi si stanno attivamente riformando per garantire che gli studenti acquisiscano le competenze richieste da un futuro posto di lavoro abilitato dall'intelligenza artificiale. Queste riforme si stanno verificando in tutti i settori educativi, dai primi anni alla formazione continua. Questo orientamento all'apprendimento permanente è ovviamente appropriato alla luce della velocità con cui si evolvono le tecnologie di intelligenza artificiale. Pertanto, questo processo di ripensamento e riqualificazione dei programmi educativi in risposta all'IA potrebbe dover diventare un processo regolare e continuo.

Poiché queste riforme stanno avvenendo alla luce di una carenza di competenze nel settore dell'IA, è necessario anche un maggiore dialogo e collaborazione tra l'industria e il settore dell'istruzione.

Colmare questo divario di competenze non è responsabilità esclusiva del settore dell'istruzione; se le istituzioni educative devono produrre una forza lavoro che soddisfi le esigenze dell'industria, sarebbe nel migliore interesse dell'industria essere maggiormente coinvolta nello sviluppo e nell'erogazione di programmi di apprendimento.

L'UNESCO, dato il suo ruolo di leadership nell'Agenda SDG 4-Istruzione 2030, ha il mandato di coordinarsi con i governi nazionali e mobilitare attori non statali, comprese le ONG e le imprese private. Inoltre, l'ampia rete dell'UNESCO di imprese, responsabili politici e professionisti che lavorano nel settore dell'istruzione, consente all'Organizzazione di mediare partnership tra fornitori di soluzioni di apprendimento. Inoltre, la funzione normativa dell'Organizzazione le consente di definire criteri fondamentali e

standard per la selezione delle tecnologie di intelligenza artificiale appropriate, alla luce degli obiettivi dell'SDG 4. Inoltre, il mandato dell'UNESCO rende l'Organizzazione competente a fornire assistenza tecnica ai paesi che cercano di passare a sistemi educativi basati sull'IA.

Inevitabilmente, l'intelligenza artificiale è un campo che stimola l'innovazione e, così facendo, aumenta la competitività dei paesi. I paesi continueranno a competere in un'arena così ricca e in rapida evoluzione. Tuttavia, almeno quando si tratta di istruzione, c'è spazio anche per la cooperazione, la cui base è la condivisione delle conoscenze.

Per promuovere la discussione e la rilevanza dell'adozione di prospettive globali dell'IA nell'istruzione, sono necessarie maggiori informazioni su come i paesi si stanno muovendo in questo territorio incerto e in costante cambiamento.

La creazione di un **Osservatorio sull'IA nell'istruzione** per esaminare le iniziative rilevanti dell'IA nell'istruzione e fornire informazioni

i piani strategici nazionali e internazionali per l'IA possono essere visti come una piattaforma per la condivisione delle conoscenze e l'apprendimento tra pari. Questo osservatorio (con una forte enfasi sui paesi in via di sviluppo) contribuirà ad aumentare il dialogo basato su prove tra i decisori.

In effetti, ci sono state molteplici risposte ai cambiamenti che hanno accompagnato l'ascesa dell'IA in varie aree dell'attività umana, come mostrato dagli esempi forniti in questo documento.

Tuttavia, queste risposte rimangono indipendenti da un quadro politico olistico e concertato per l'IA nell'istruzione.

Tuttavia, è importante notare che le iniziative presentate sono valide misure di avvio che possono guidare la creazione di un quadro politico coerente. Ovviamente è fondamentale coinvolgere diversi settori nello sviluppo di un tale quadro, poiché l'impatto dell'IA è trasversale

settori.

ALLEGATO

Definizione di IA e
concetti correlati

Un libro di riferimento sul dominio AI: Russell, Stuart J. e Peter Norvig **chiamato Artificial Intelligence: A Modern Approach** (2010). Fare riferimento alla figura seguente per le definizioni basate su diverse dimensioni.

Le definizioni nei quadranti superiori riguardano i processi di pensiero e il ragionamento, mentre quelle nei quadranti inferiori riguardano il comportamento. Le definizioni a sinistra misurano il successo in termini di fedeltà alla performance umana, mentre quelle a destra misurano il successo rispetto a una misura della performance ideale, denominata razionalità. Un sistema è razionale se fa la “cosa giusta”, dato quello che sa. Un approccio incentrato sull'uomo deve essere, almeno in parte, una scienza empirica, che coinvolge osservazioni e ipotesi sul comportamento umano. Un approccio razionalista implica una combinazione di matematica e ingegneria.

I riferimenti completi nell'immagine sono: 📖

Haugeland, **John. Intelligenza artificiale: l'idea stessa.** Stampa del MIT, 1989.

📖 Bellman, Richard. Un'introduzione **all'intelligenza artificiale: i computer possono pensare?** Tecnologia del corso Thomson, 1978.

📖 Charniak, **Eugenio. Introduzione all'intelligenza artificiale.** Pearson Educazione India, 1985.

📖 Winston Patrick. **Enrico. Intelligenza Artificiale (terza edizione).** Addison-Wesley Publishing Company, 1992.

📖 Kurzweil, Ray, et al. L' **era delle macchine intelligenti.** vol. 579. Cambridge, MA: stampa del MIT, 1990.

📖 Rich, Elaine e Kevin **Knight. Intelligenza artificiale.** Tata McGraw Hill, 1991.

📖 Poole, David Lynton, Alan K. Mackworth e Randy **Goebel. Intelligenza computazionale: un approccio logico.** vol. 1. New York: Oxford University Press, 1998.

- Nilsson, Nils J. e Nils Johan **Nilsson. Artificiale intelligenza: una nuova sintesi.** Morgan Kaufman, 1998.

Diverse definizioni proposte per:

- Machine Learning** i) Il campo del Machine Learning cerca di rispondere al domanda “Come possiamo costruire sistemi informatici che migliorano automaticamente con l'esperienza, e quali sono le leggi fondamentali che regolano tutti i processi di apprendimento?
- 📖 Mitchell, Tom Michael. La disciplina dell'apprendimento automatico. vol. 9. Pittsburgh, Pennsylvania: Carnegie Mellon University, School of Computer Science, Machine Learning Department, 2006.
- ii) Gli algoritmi di apprendimento automatico possono capire come svolgere compiti importanti generalizzando da esempi.

Pensare umanamente	Pensare razionalmente
<p>"L'entusiasmante nuovo tentativo di far pensare i computer... macchine con la mente, in senso pieno e letterale." (Haugeland, 1985)</p> <p>'[L'automazione delle] attività che associamo pensiero umano, attività come il processo decisionale, la risoluzione di problemi, l'apprendimento...' (Bellman, 1978)</p>	<p>'Lo studio delle facoltà mentali attraverso l'uso di modelli computazionali.' (Charniak & McDermott, 1985)</p> <p>"Lo studio dei calcoli che rendono possibile percepire, ragionare e agire." (Winston, 1992)</p>
Agire umanamente	Agire razionalmente
<p>"L'arte di creare macchine che eseguono funzioni che richiedono intelligenza se eseguite da persone." (Kürzweil, 1990)</p> <p>"Lo studio di come fare in modo che i computer facciano cose in cui, al momento, le persone sono migliori." (Ricco & Cavaliere, 1991)</p>	<p>'L'intelligenza computazionale è lo studio della progettazione di agenti intelligenti.' (Poole, et al., 1998)</p> <p>"L'intelligenza artificiale... si occupa del comportamento intelligente negli artefatti." (Nilson, 1998)</p>

• Domingos, Pedro. Alcune cose utili da sapere sull'apprendimento automatico. Comunicazioni dell'ACM 55.10 (2012): 78-87.

iii) Machine Learning è la scienza (e l'arte) di programmare i computer in modo che possano imparare dai dati.

• Géron, Aurélien. **Machine learning pratico con Scikit-Learn e TensorFlow: concetti, strumenti e tecniche per costruire sistemi intelligenti**. O'Reilly Media, Inc., 2017.

iv) Gli strumenti di apprendimento automatico riguardano la dotazione programmi con la capacità di "imparare" e adattarsi.

• Shalev-Shwartz, Shai e Shai Ben **David**.

Comprensione dell'apprendimento automatico: dalla teoria agli algoritmi. Stampa dell'università di Cambridge, 2014.

Deep Learning i) Il

deep learning è un sottocampo specifico della macchina

apprendimento: una nuova interpretazione dell'apprendimento delle rappresentazioni dai dati che pone l'accento sull'apprendimento di strati successivi di rappresentazioni sempre più significative.

Il "profondo" nell'apprendimento profondo non è un riferimento a nessun tipo di comprensione più profonda raggiunta dall'approccio; piuttosto, sta per questa idea di strati successivi di rappresentazioni. La profondità del modello è la quantità di livelli che contribuiscono a un modello di dati.

Forse nomi più adatti per il campo avrebbero potuto essere apprendimento delle rappresentazioni stratificate e apprendimento delle rappresentazioni gerarchiche. Il moderno deep learning spesso coinvolge decine o addirittura centinaia di livelli successivi di rappresentazioni, che vengono tutti appresi automaticamente dall'esposizione ai dati di addestramento. Nel frattempo, altri approcci all'apprendimento automatico tendono a concentrarsi sull'apprendimento solo di uno o due strati di rappresentazioni dei dati e talvolta indicato come apprendimento superficiale.

Nel deep learning, queste rappresentazioni stratificate vengono (quasi sempre) apprese tramite modelli chiamati reti neurali, strutturati letteralmente in strati impilati uno sopra l'altro.

• Chollet, Francois. **Apprendimento approfondito con Python**. Manning Publications Co., 2017.

ii) La vera sfida all'intelligenza artificiale dimostrata

risolvere compiti che sono facili da eseguire per le persone ma difficili da descrivere formalmente, ad esempio problemi che risolviamo in modo intuitivo e ci sentiamo automatici come riconoscere parole pronunciate o volti nelle immagini.

Il deep learning consente ai computer di apprendere dall'esperienza e comprendere il mondo in termini di una gerarchia di concetti, con ogni concetto definito in termini di relazione con concetti più semplici. Raccogliendo la conoscenza dall'esperienza, questo approccio evita la necessità per gli operatori umani di specificare formalmente tutta la conoscenza di cui ha bisogno un computer. La gerarchia dei concetti consente ai computer di apprendere concetti complicati costruendoli a partire da concetti più semplici. Un grafico che mostri come questi concetti sono costruiti uno sopra l'altro sarebbe profondo (con molti strati). Per questo motivo, questo approccio all'IA viene definito deep learning.

• Goodfellow, Ian, et al. **Apprendimento approfondito**. vol. 1. Cambridge: stampa del MIT, 2016.

Big Data i) I

Big Data sono una combinazione di gestione dei dati

tecnologie che si sono evolute nel tempo. I big data consentono alle organizzazioni di archiviare, gestire ed elaborare grandi quantità di dati alla giusta velocità e al momento giusto per ottenere le giuste informazioni. La chiave per comprendere i big data è che i dati devono essere gestiti in modo che possano soddisfare i requisiti aziendali che una determinata soluzione è progettata per supportare.

• Hurwitz, Judith S., et al. **Big data per manichini**. John Wiley & Figli, 2013.

ii) Big data è un termine generico per qualsiasi raccolta di insiemi di dati così grandi o complessi che diventa difficile elaborarli utilizzando tecniche tradizionali di gestione dei dati come, ad esempio, gli RDBMS (sistemi di gestione di database relazionali).

Le caratteristiche dei big data sono spesso indicate come tre V:

- Volume: quanti dati ci sono?
- Varietà: quanto sono diversi i diversi tipi di dati?
- Velocità: a quale velocità vengono generati i nuovi dati?

Spesso queste caratteristiche sono integrate da una quarta V, Veracità: quanto sono accurati i dati? Queste quattro proprietà rendono i big data diversi dai dati che si trovano nei tradizionali strumenti di gestione dei dati.

• Cielen, Davy, Arno Meysman e Mohamed

Ali. Introduzione alla scienza dei dati: big data, machine learning e altro ancora, utilizzando gli strumenti Python. Manning Publications Co., 2016.

Data mining i) Il

data mining è il processo di scoperta di modelli e conoscenze interessanti da grandi quantità di dati. Le origini dati possono includere database, data warehouse, Web, altri repository di informazioni o dati trasmessi dinamicamente nel sistema.

ÿ Han, Jiawei, Jian Pei e Micheline Kamber **Data mining: concetti e tecniche**. Elsevier, 2011.

ii) Il data mining è il processo di scoperta di modelli perspicaci, interessanti e nuovi e modelli descrittivi, comprensibili e predittivi da dati su larga scala

ÿ Zaki, Mohammed J., Wagner Meira Jr e Wagner Meira. **Data mining e analisi: concetti fondamentali e algoritmi**. Pressa dell'Università di Cambridge, 2014.

iii) Il data mining è l'analisi di insiemi di dati osservativi (spesso di grandi dimensioni) per trovare relazioni insospettite e riassumere i dati in modi nuovi che siano comprensibili e utili per il proprietario dei dati

ÿ Hand, David J., Heikki Mannila e Padhraic **Smith. Principi di Data Mining**. Stampa del MIT, 2001.

Data Analytics i)

Big Data Analytics è un modo per estrarre valore da questi enormi volumi di informazioni, apre nuove opportunità di mercato e massimizza la fidelizzazione dei clienti.

ÿ Zakir, Jasmine, Tom Seymour e Kristi Berg. **Grande Analisi dei dati**. Problemi nei sistemi informativi 16.2 (2015).

ii) L'analisi dei dati è la scienza da cui trarre intuizioni fonti di informazioni grezze. <https://www.investopedia.com/terms/d/data-analytics.asp>

iii) L'analisi dei dati è la ricerca dell'estrazione di significato dai dati grezzi utilizzando sistemi informatici specializzati. Questi sistemi trasformano, organizzano e modellano i dati per trarre conclusioni e identificare modelli. <https://www.informatica.com/ca/services-and-training/glossary-of-terms/data-analytics-definition.html#fbid=ETHvIPis4QM>

iv) Data Analytics (DA) è il metodo di esame e analisi dei dati grezzi in modo da poter trarre conclusioni. L'analisi dei dati è una parte preziosa delle industrie incentrate sulla scienza per verificare o confutare teorie o modelli attuali. Lo scopo di DA è ordinare i dati per arrivare a una conclusione. <https://study.com/academy/lesson/what-is-data-analytics-definition-tools.html>

Learning Analytics In

questo contesto, l'analisi dell'apprendimento (LA) è una disciplina emergente che persegue il miglioramento dell'insegnamento e dell'apprendimento attraverso una valutazione critica dei dati grezzi e la generazione di modelli che caratterizzano le abitudini dello studente, prevedono le risposte dello studente e forniscono un feedback tempestivo. Inoltre, LA supporta il processo decisionale, adatta i contenuti leggibili, semplifica le valutazioni realistiche e fornisce una supervisione personale dei progressi degli studenti. L'obiettivo è scalare lo sfruttamento in tempo reale dell'AL da parte di studenti, insegnanti/accademici e sistemi educativi basati su computer per migliorare i risultati degli studenti a livello di corso e individuale.

ÿ Peña-Ayala, Alexander, **Learning Analytics: Fondamenti, applicazioni e tendenze: una visione dell'attuale stato dell'arte da migliorare e-Learning**. vol. 94. Primavera, 2017.

RIFERIMENTI

- Aker, JC e Mbiti, IM (2010). "Cellulari e sviluppo economico in Africa". *Journal of Economic Perspectives*, Volume 24, numero 3, pp. 207-232.
- Antoninis, M. & Montoya, S. (2018). Un globale Quadro per misurare l'alfabetizzazione digitale. UIS, UNESCO. Disponibile su: <http://uis.unesco.org/en/blog/global-framework-measure-digital-literacy>
- Azoulay, A. (2018). 'Ottenere il massimo dall'artificiale Intelligenza'. *Il Corriere UNESCO*, fascicolo n. 3.
- Bali, M. (2017). "Contro le 3A dell'EdTech: intelligenza artificiale, analisi e tecnologie adattive nell'istruzione". *La cronaca dell'istruzione superiore*. Disponibile su: <https://www.chronicle.com/blogs/profhacker/against-the-3as-of-edtech-ai-analytics-and-adaptive-technologies-in-education/64604>
- IDB (2018). Algorithmland. intelligenza artificiale per un'integrazione predittiva e inclusiva per l'America Latina. Editoriale Planeta, Barcellona, Spagna.
- Campus Francia (n/d). 'Intelligenza artificiale: un progetto nazionale a 1,5 miliardi di euro'. Disponibile su: <https://www.campusfrance.org/fr/intelligence-artificielle-plan-macron-Ai-for-humanity>
- Carrillo, P., Onofa, M. & Ponce, J. (2010). Informazione Tecnologia e risultati degli studenti: prove di un esperimento randomizzato in Ecuador. Carta di lavoro IDB serie n. IDB-WP-223.
- Cathy O'Neil (2016). Armi di distruzione matematica: In che modo i Big Data aumentano la disuguaglianza e minacciano Democrazia
- Chakroun, B. & Daelman, K. (2018). "Apprendimento permanente esaminato da una prospettiva basata sui diritti: la strada non ancora percorsa". *Numero speciale Norrag*, n. 1.
- Chen, S. (2018). Le scuole cinesi stanno tranquillamente usando l'intelligenza artificiale per correggere i compiti degli studenti... ma i robot fanno il voto? *Società*, South China Morning Post. Disponibile su: <https://www.scmp.com/news/china/society/article/2147833/chinas-schools-are-quietly-using-ai-mark-studentssays-do>
- China Daily (2018). "La Cina lancia il primo programma universitario per formare talenti IA internazionali". Disponibile su: http://www.chinadaily.com.cn/m/pechino/zhongguancun/2018-04/04/content_35979394.htm
- Clancey, WJ (1987). Sistemi di tutoraggio intelligenti: un'indagine tutorial. Dipartimento di Informatica, Stanford University. Disponibile su: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a187066.pdf>
- Custer, S. et al. (2018). "Verso sistemi educativi basati sui dati: approfondimenti sull'utilizzo delle informazioni per misurare i risultati e gestire il cambiamento". *Brookings Center per l'istruzione universale*.
- Department for Education (2013) *Statutory Guidance - National Curriculum in England: Computing Programs of Study*. Disponibile su: <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computingprograms-of-study>
- Dillon R. & Jason S. & Kate C. & Meredith Whittaker (2018). Valutazione dell'impatto algoritmico: un quadro pratico per la responsabilità delle agenzie pubbliche. Disponibile su : <https://ainowinstitute.org/aiareport2018.pdf>
- Docebo (2016). Tendenze e previsioni del mercato elearning 2017-2021. Toronto: Canada.
- Commissione europea (2016) Sviluppo Pensiero computazionale nell'istruzione obbligatoria: implicazioni per la politica e la pratica. *Centro comune di ricerca*. Disponibile su: <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC104188>
- Commissione Europea (2018). DigComp in azione. Lasciati ispirare, fallo accadere. *Centro comune di ricerca*. DOI: 10.2760/112945
- Ministero federale del lavoro e degli affari sociali (2012). "Sostegno all'istruzione e formazione professionale continua". Disponibile su: <https://www.bmas.de/IT/I-nostri-temi/Formazione-iniziale-e-continua/sostegno-alla-formazione-professionale-permanente.html>
- Floridi, L. & Taddeo, M. (2016). "Cos'è l'etica dei dati?". *Operazioni filosofiche della Royal Society*.
- Istituto per il futuro dell'umanità (2018). Centro per la governance dell'IA. Disponibile su: <https://www.fhi.ox.ac.uk/governance-ai-program/>

- Governo della Repubblica popolare cinese (2017). *Piano di intelligenza artificiale di nuova generazione*.
- Governo della Repubblica di Corea (2016). *Piano generale a medio e lungo termine in preparazione alla società dell'informazione intelligente: gestire la quarta rivoluzione industriale*.
- Graham, J. (2018). 'The Game is On for PlayMaker', *Autorità per lo sviluppo dei media di info-comunicazione*. Disponibile su: https://www.imda.gov.sg/infocomm-and-media-news/buzz_central/2018/10/the-game-is-on-for-playmaker
- Haugeland, J. (1989). *Intelligenza artificiale: l'idea stessa*. Stampa del MIT.
- Lui, Y. (2017). "Come la Cina si sta preparando per un futuro alimentato dall'intelligenza artificiale", *riassume Wilson*. Disponibile su: https://www.wilsoncenter.org/sites/default/files/how_china_is_preparing_for_ai_powered_future.pdf
- Heintz, F., Mannila, L. & Färnqvist, T. (2016). "Una revisione dei modelli per l'introduzione del pensiero computazionale, dell'informatica e dell'informatica nell'istruzione primaria e secondaria". *Convegno sulle frontiere dell'istruzione*.
- Hilbert, M. (2015). Big Data per lo sviluppo: una rassegna di promesse e sfide. *Revisione della politica di sviluppo*, volume 34, numero 1, pp. 135-174. Disponibile su: <https://doi.org/10.1111/dpr.12142>
- HITSA (2015). *ProgeTiger Programme 2015-2017*. Disponibile su: <https://www.hitsa.ee/it/education/educational-programmes/progetiger>
- Intelligenza di marketing HTF (2018). *Artificiale*
Il mercato dell'intelligence nel settore dell'istruzione statunitense crescerà a un CAGR del 47,50%, inclusi i principali attori: ALEKS, Blackboard, DreamBox Learning. *Rapporto sul mercato HTF*, New Jersey, USA.
- OIL (2004). Raccomandazione 195 relativa allo sviluppo delle risorse umane: istruzione, formazione e apprendimento permanente. Disponibile su: http://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLE_XPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312533
- Infocomm Media Development Authority (2017). "Movimento CODE@SG – Sviluppare il pensiero computazionale come capacità nazionale". Disponibile su: https://www.imda.gov.sg/industry-development/programmes-and-grants/startups/programmes/code_sg-movement-developing-computational-thinking-as-a-national-capability
- Società internazionale per la tecnologia nell'istruzione e Associazione degli insegnanti di informatica (2011). *Definizione operativa del pensiero computazionale per l'istruzione primaria e secondaria*.
- ITU (2018). *Intelligenza artificiale (AI) per il modulo della serie di sviluppo sull'intelligenza artificiale. Etica e società*. Svizzera.
- Jing, M. (2018). La Cina vuole portare artificiale intelligenza alle sue aule per potenziare il suo sistema educativo. *Scienza e ricerca*, South China Morning Post. Disponibile su: <https://www.scmp.com/tech/science-research/article/2115271/china-wants-bring-artificial-intelligence-its-classrooms-boost>
- Laanpere, M., Pata, K., Normak, P. & Põldoja, H. (2014). Progettazione guidata dalla pedagogia di ecosistemi di apprendimento digitale. *Informatica e sistemi informativi*, 11 (1): 419–442. DOI:10.2298/CSIS121204015L
- Leadbeater, C. & Wong, A. (2010). *Imparare da gli estremi*. Cisco Systems, Inc. Cisco Informazioni pubbliche.
- Principali paesi del mondo (n/d). *Lezioni da Utilizzo dell'analisi avanzata dell'apprendimento nel settore dell'istruzione*, p. 10. Disponibile su: https://www.leadingcountries.com/wp-content/uploads/2018/08/19498_MSEdu_LearningAnalytics12ppBrochure_V2.pdf
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, LB (2016). *Intelligence Unleashed: un argomento per AI in Education*. Londra: Pearson.
- Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C. & Byers, AH (2011). *Big Data: la prossima frontiera per l'innovazione, la concorrenza e la produttività*. McKinsey Global Institute. Disponibile su: http://www.mckinsey.com/Insights/MGI/Research/Technology_and_Innovation/Big_data_The_next_frontier_for_innovation

- Mayer-Schönberger, V. & Cukier, K. (2014), *Big Data: una rivoluzione che trasformerà il modo in cui viviamo, lavoriamo e pensiamo*. Eamon Dolan/Mariner Books, Stati Uniti.
- Mayer-Schönberger, V. & Cukier, K. (2014). *apprendimento con i Big Data: il futuro dell'istruzione*. Boston/New York: libro di Eamon Dolan.
- McCarthy, J., Minsky, ML, Rochester, N. & Shannon, CE (2006). Una proposta per il progetto di ricerca estivo di Dartmouth sull'intelligenza artificiale: 31 agosto 1955. *AI Magazine*, 27(4), 12-14. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
- McKinsey Global Institute (2017). Posti di lavoro persi, posti di lavoro guadagnato: cosa significherà il futuro del lavoro per posti di lavoro, competenze e salari. Disponibile su : <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-salari>
- Microfono, Jack Smith IV, (2016). Disponibile su: <https://mic.com/articles/156286/crime-prediction-tool-pred-pol-only-amplifies-racially-biased-policing-study-shows#a6MI6I6xc>
- Ministero dell'Educazione Nazionale della Repubblica Argentina (2017). Programmazione e robotica: obiettivi di apprendimento per la scuola dell'obbligo. *Piano Nazionale Integrato per l'Educazione Digitale*. Disponibile su: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL005855.PDF>
- Ministero dell'Istruzione e Malaysia Digital Economy Corporation (2017), *Digital Maker Playbook*.
- Montebello, M. (2017). E-learning iniettato di AI: il futuro dell'istruzione online. Berlino, Germania: Springer.
- Mutoni, D. (2017). *Una connettività rivoluzionaria: l'accesso a Internet come il massimo diritto umano e forza socioeconomica*. Washington DC: New Degree Press.
- Il mio creatore digitale (n/d). '#mydigitalmaker Campione Scuole'. Disponibile su: <https://www.mydigitalmaker.com/programmes/mydigitalmaker-champion-schools>
- Fondazione Nuffield (2018). Istituto Ada Lovelace. Disponibile su: <https://www.adalovelaceinstitute.org/>
- Nye, BD (2015). Sistemi di tutoraggio intelligenti da e per il mondo in via di sviluppo: una rassegna di tendenze e approcci per la tecnologia educativa in un contesto globale. *Giornale internazionale di intelligenza artificiale nell'istruzione*, volume 25, numero 2, pp. 177-203.
- Orr, K. (1998). "Qualità dei dati e sistemi", Comunicazioni dell'ACM, vol. 41, n. 2.
- Perera, M. & Aboal, D. (2018). L'impatto dell'a Piattaforma di apprendimento assistito da computer di matematica sui punteggi dei test di matematica degli studenti. Fondazione CEIBAL. Disponibile su: <https://digital.fundacionceibal.edu.uy/jsui/handle/123456789/225>
- Pontificia Università Javeriana - Cali (2016). Competenze e standard ICT dalla dimensione pedagogica: una prospettiva dai livelli di appropriazione delle ICT nella pratica educativa dell'insegnamento. Unesco. Disponibile su: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Competencias-estandares-TIC.pdf>
- Prinsloo, P. (2017). *Linee guida sull'uso etico dei dati degli studenti: una bozza di quadro narrativo*.
- ProPublica (2016). Pregiudizio della macchina. Disponibile su : <https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing>
- Reuters, 2018. Amazon elimina lo strumento segreto di reclutamento dell'intelligenza artificiale che mostrava pregiudizi nei confronti delle donne
- Disponibile su: <https://www.illustration.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight/amazon-scraps-secret-ai-strumento-di-recruiting-che-ha-mostrato-pregiudizi-contro-le-donne?idUSKCN1MK08G>
- Rigby, C. (2016). "In che modo il software che impara mentre insegna sta migliorando l'istruzione brasiliana". Il guardiano. Disponibile su: <https://www.theguardian.com/technology/2016/jan/10/geekie-educational-software-brazil-apprendimento-automatico>
- Rotolo, I. & Wylie, R. (2016). Evoluzione e rivoluzione nell'intelligenza artificiale nell'istruzione. *Giornale internazionale di intelligenza artificiale nell'istruzione*, volume 26, numero 2, pp. 582-599.

- Rundle, M. (2015). "Come l'educazione adattiva di Geekie ha infranto" secoli "di dolore in Brasile", *Wired*.
Disponibile su: <https://www.wired.co.uk/article/ claudio-sasaki-wired-2015>
- Russel, S. & Norvig, P. (2010). *Intelligenza artificiale: un approccio moderno*. Pearson Education, Inc.
Nuova Jersey, Stati Uniti.
- Samuele, AL (1959). Alcuni studi in macchina imparare usando il gioco della dama. *Rivista IBM di ricerca e sviluppo*, 3(3), 210-229.
- Schitteck Janda, M., Mattheos, N., C. Lyon, H & Attström, R. (2001). *Apprendimento assistito dal computer. Una recensione*. *Rivista europea di educazione dentale: rivista ufficiale dell'Associazione per l'educazione dentale in Europa*. DOI: 5.93-100. 10.1034/j.1600-0579.200
- Sharma, Y. (2018). 'Spingere l'intelligenza artificiale tra università e industria collaborazione alla ricerca». *Notizie dal mondo universitario*.
Disponibile su: <http://www.universityworldnews.com/article.php?story=20181012084845359>
- Singh, K. (2016). "Il pensiero computazionale viene alla ribalta nelle scuole malesi". *Notizie digitali Asia*. Disponibile su: <https://www.digitalnewsasia.com/digital-economy/computational-thinking-come-fore-malaysian-schools>
- SkillsFuture (n/d), <http://www.skillsfuture.sg/Credit>.
Accesso 15 novembre 2018.
- Stirling, R., Miller, H. & Martinho-Truswell, E. (n/d). *Indice di preparazione all'IA del governo. Oxford Insights*. Disponibile su: <https://www.oxfordinsights.com/government-ai-readiness-index/>
- Sullivan, A. & Bers, MU (2017). "Robot danzanti: integrazione di arte, musica e robotica nei centri per la prima infanzia di Singapore".
Giornale internazionale di tecnologia e educazione al design, vol. 1, n. 22.
- Sunkel, G. & Trucco, D. (2012). tecnologie affrontare le sfide di un'istruzione inclusiva in America Latina. Alcuni casi di buone pratiche. Santiago del Cile: ECLAC.
Disponibile su: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35386/S2012809_es.pdf
- L'Economist Intelligence Unit (2018). *IL Indice di preparazione all'automazione: chi è pronto per l'imminente ondata di automazione?* Disponibile su: <https://www.automationreadiness.eiu.com/>
- La Commissione europea (2018). Gruppo di esperti ad alto livello sull'intelligenza artificiale. Progetto di linee guida etiche per un'IA affidabile. Disponibile su: https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ai_hleg_draft_ethics_guidelines_18_december.pdf
- Il registro (2018). Il governo degli Stati Uniti interroga gli esperti di intelligenza artificiale su quando le macchine prenderanno il sopravvento .
- La Royal Society (2012) *Chiudere o riavviare? La via da seguire per l'informatica nelle scuole del Regno Unito*.
Disponibile su: <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>
- UIS (2018). 'Un quadro globale di riferimento sulle competenze di alfabetizzazione digitale per l'indicatore 4.4.2.' *Foglio informativo*, n. 51.
- UIS (2018). *Nota concettuale: il caso di investimento per i dati SDG 4*.
- UNCTAD (2016). *Regolamenti sulla protezione dei dati e flussi di dati internazionali: implicazioni per il commercio e lo sviluppo*.
- UNESCO (2018). "Riorientare i sistemi informativi di gestione dell'istruzione verso un'istruzione di qualità inclusiva ed equa e l'apprendimento permanente".
Documenti di lavoro dell'UNESCO sulla politica dell'istruzione, n. 5.
- UNESCO (n/d). Cos'è l'ICT CFT? *UNESCO Comunicazione e Informazione*. Disponibile su: <http://www.unesco.org/new/en/comunication-and-information/access-to-knowledge/unesco-ict-competency-framework-for-teachers/what-is-the-ict-cft/>
- UNESCO e UNHCR (2016). "Niente più scuse: fornire istruzione a tutte le persone costrette a sfollare".
Global Education Monitoring Report: Policy Paper n. 26.
- UNICEF (2016). *Guida tecnica: Guida per includere la disabilità nei sistemi informativi di gestione dell'istruzione*.

Dipartimento dell'Istruzione degli Stati Uniti, Office of Educational Technology (2012). *Migliorare l'insegnamento e l'apprendimento attraverso il data mining educativo e l'analisi dell'apprendimento: una sintesi del problema*. Washington DC

Villani, C. (2018). *Dare un senso all'intelligenza artificiale: per una strategia nazionale ed europea*. Disponibile su: https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/9782111457089_Rapport_Villani_accessible.pdf

Williamson, B. (2015). 'Software di governo: Reti, database e potere algoritmico nella governance digitale della pubblica istruzione'. *Apprendimento, media e tecnologia*, vol. 40, n. 1, pp. 83-105.

Winthrop, R., Barton, A. & McGivney, E. (2018). Superare la disuguaglianza: rifare l'istruzione per aiutare i giovani a prosperare. *Brooking Institution Press*.

SAGGIO (n/d). "Geekie: apprendimento personalizzato per tutti". *SAGGIO Iniziativa*. Disponibile su: <https://www.saggio-qatar.org/geekie-personalized-learning tutto-brasile>

Woolf, B.P. et al. (2013). "AI Grand Challenges for Education", *rivista AI*, numero speciale sulle tecnologie di apprendimento intelligenti. Versione 10.

Apprendimento globale XPrize (n/d). Consentire ai bambini di assumere il controllo del proprio apprendimento. Disponibile su: <https://www.xprize.org/prizes/global-learning>

Apprendimento globale XPrize (n/d). RobotTutor. Disponibile su: <https://www.xprize.org/prizes/global-learning/teams/robotutor>

Yadav, A. et al. (2016). "Il pensiero computazionale come dominio di competenza emergente", in M. Mulder (a cura di), *Istruzione professionale e professionale basata sulle competenze: un ponte tra il mondo del lavoro e quello dell'istruzione*. Cham, Springer International Publishing AG, pp. 1051-1067.

Zhong, Y. (2006). Un approccio cognitivo all'artificiale Ricerca sull'intelligence. Conferenza internazionale sull'informatica cognitiva. <http://doi.org/10.1109/COGINF.2006.365682>

Intelligenza artificiale nell'istruzione: Sfide e opportunità per Sviluppo sostenibile

L'intelligenza artificiale è un dominio tecnologico in forte espansione in grado di alterare ogni aspetto delle nostre interazioni sociali. Nell'istruzione, l'IA ha iniziato a produrre nuove soluzioni di insegnamento e apprendimento che sono ora in fase di sperimentazione in diversi contesti. Questo documento di lavoro, scritto per i responsabili politici dell'istruzione, anticipa la misura in cui l'IA influisce sul settore dell'istruzione per consentire risposte politiche informate e appropriate. Questo documento raccoglie esempi dell'introduzione dell'IA nell'istruzione in tutto il mondo, in particolare nei paesi in via di sviluppo, discussioni nel contesto della Settimana dell'apprendimento mobile 2019 e oltre, come parte dei molteplici modi per raggiungere l'Obiettivo di sviluppo sostenibile 4, che si impegna per obiettivi equi e di qualità istruzione per tutti.

In primo luogo, questo documento analizza come l'IA può essere utilizzata per migliorare i risultati dell'apprendimento, presentando esempi di come la tecnologia dell'IA può aiutare i sistemi educativi a utilizzare i dati per migliorare l'equità e la qualità dell'istruzione nei paesi in via di sviluppo. Successivamente, il documento esplora i diversi mezzi con cui i governi e le istituzioni educative stanno ripensando e rielaborando i programmi educativi per preparare gli studenti alla crescente presenza dell'IA in tutti gli aspetti dell'attività umana. Il documento affronta quindi le sfide e le implicazioni politiche che dovrebbero far parte delle conversazioni globali e locali riguardanti le possibilità e i rischi dell'introduzione dell'IA nell'istruzione e della preparazione degli studenti a un contesto alimentato dall'IA.

Infine, questo documento riflette sulle direzioni future per l'IA nell'istruzione, terminando con un invito aperto a creare nuove discussioni sugli usi, le possibilità e i rischi dell'IA nell'educazione per lo sviluppo sostenibile.