

# 01

Collana  
Educazione e  
Intelligenza Artificiale

# Educazione e Intelligenza Artificiale

A cura di  
Francesco Agrusti



RomaTiE-Press  
2023



Università degli Studi Roma Tre  
Dipartimento di Scienze della Formazione



Università degli Studi Roma Tre  
Dipartimento di Scienze della Formazione

**01** Collana  
Educazione e  
Intelligenza Artificiale

# Educazione e Intelligenza Artificiale

A cura di  
Francesco Agrusti



*Roma TriE-Press*  
2023



*Direttore della Collana:*  
Francesco Agrusti

*Comitato scientifico:*

Francesco Agrusti (Università Roma Tre); Valeria Biasci (Università Roma Tre); Fabio Bocci (Università Roma Tre); Ganmarco Bonavolontà (Università di Cagliari); Vincenzo Carbone (Università Roma Tre); Cristiano Corsini (Università Roma Tre); Carla Limongelli (Università Roma Tre); Edmondo Grassi (Università Telematica San Raffaele Roma); Massimo Margottini (Università Roma Tre); Mauro Mezzini (Università Roma Tre); Antonella Poce (Università di Roma Tor Vergata); Umberto Zona (Università Roma Tre); Demis Basso (Libera Università di Bolzano); Alessandro Efrem Colombi (Libera Università di Bolzano); Marc Beutner (Universität Paderborn); Fernando López Pelayo (Universidad de Castilla – La Mancha); Brit Ragnhild Svoen (Høgskolen I Lillehammer)

*Coordinamento editoriale:*

Francesco Agrusti (Università Roma Tre); Gianmarco Bonavolontà (Università di Cagliari); Mauro Mezzini (Università Roma Tre); Edmondo Grassi (Università Telematica San Raffaele Roma)

Impaginazione e cura editoriale: Start Cantiere Grafico

Elaborazione grafica della copertina: Mosquito mosquitoroma.it **MOSQUITO.**

*Caratteri tipografici utilizzati:*

Comfortaa, Mudhead (copertina e frontespizio)

Adobe Garamond Pro, Symbol, Times New Roman (testo)

*Edizioni: Roma TrE-Press©*

Roma, novembre 2023

ISBN: 979-12-5977-257-2

<http://romatypress.uniroma3.it>

Quest'opera è assoggettata alla disciplina *Creative Commons attribution 4.0 International Licence* (CC BY-NC-ND 4.0) che impone l'attribuzione della paternità dell'opera, proibisce di alterarla, trasformarla o usarla per produrre un'altra opera, e ne esclude l'uso per ricavarne un profitto commerciale.



L'attività della *Roma TrE-Press©* è svolta nell'ambito della Fondazione Roma Tre-Education, piazza della Repubblica 10, 00185 Roma



## Collana

### Educazione e Intelligenza Artificiale

La collana “*Educazione e Intelligenza Artificiale*” vuole promuovere studi critici di livello accademico in merito alle molteplici prospettive scientifiche nell’ambito della pedagogia, della didattica, della sociologia, della filosofia, dell’ingegneria dell’informazione, dell’informatica e delle altre discipline matematiche, sociali e umanistiche che conducono studi teorici ed empirici rivolti all’osservazione, alla disamina e alla critica su tecnologie innovative (quali intelligenza artificiale, *data mining*, reti neurali, sistemi esperti ecc.) e le loro implicazioni educative e sociali. L’intento è di porre in rilievo le evoluzioni in merito alle questioni etiche, alle scelte educative, alle influenze psicologiche, politiche, economiche e culturali, considerando, quindi, anche le prospettive proposte dai *media studies*, *gender studies*, *learning analytics studies* e dalle *digital humanities*. La collana si propone diversi obiettivi:

- presentare contributi innovativi e significativi di tipo teorico, di ricerca e di verifica empirica nel campo delle scienze dell’educazione e della formazione, delle scienze dell’informazione e delle scienze umanistiche e sociali in generale;
- accogliere contributi che valorizzino l’interdisciplinarietà e la multidisciplinarietà, sia a livello teorico sia metodologico, sia empirico, e tramite l’integrazione di diverse discipline quali quelle pedagogiche, filosofiche, sociologiche, informatiche, ingegneristiche e delle altre aree delle scienze sociali e scientifiche in generale;
- offrire uno spazio editoriale per i giovani ricercatori che svolgono le loro ricerche nel Dipartimento;
- pubblicare contributi che scaturiranno dal dibattito scientifico in seno al convegno annuale “Educazione Intelligenza Artificiale” del Dipartimento, giunto alla sua terza edizione.

La Collana pubblicherà sia monografie sia curatele che soddisfano i suddetti obiettivi attraverso innovativi *contributi della ricerca pedagogica, psicologica, sociologica, informatica, filosofica, giuridica, umanistica, scientifica e applicate ai temi dell’educazione e delle tecnologie innovative*.

I contributi interdisciplinari provenienti da diversi campi del sapere dovranno essere di agevole fruizione per studiosi ed educatori di diverso background culturale.

La collana *Educazione e Intelligenza Artificiale* intende quindi favorire un dibattito culturale, sostenuto da evidenze scientifiche, ampio e comprensivo delle varie specializzazioni, superando eventuali barriere tra ambiti artificialmente separati.

Nello specifico tutti i volumi pubblicati nella Collana sono sottoposti a referaggio in 'doppio cieco', ed il Comitato Scientifico può svolgere anche le funzioni di Comitato dei Referee.

I volumi pubblicati dalla collana sono liberamente accessibili in formato elettronico sul sito dell'editore *Roma TrE-Press*. La versione a stampa è acquistabile in modalità 'Print on demand'.

Le pubblicazioni hanno una numerazione progressiva e eventuali richiami o citazioni ad essi devono riportare la denominazione estesa del contributo a cui si fa riferimento.

Tutti i volumi pubblicati sono sottoposti a referaggio in 'doppio cieco'.  
Il Comitato scientifico può svolgere anche le funzioni di Comitato dei referee

## Indice

Presentazione Massimiliano Fiorucci	11
Esiste un'intelligenza naturale? Roberto Maragliano	13
<i>L'AI literacy</i> per una educazione attenta agli algoritmi Francesco Agrusti	19
La questione delle macchine Mario De Caro	33
A.I.: dal mito alla realtà e oltre Silvio Hénin	39
Reflections on people, algorithms and education Edmondo Grassi	49
I.A. ed educazione superiore Renato Spigler	63
Sistemi intelligenti per l'e-learning Carla Limongelli, Carlo De Medio, Omar Elsayed, Fabio Gasparretti, Filippo Sciarrone, Marco Temperini	73
Applicazioni dell'intelligenza artificiale nel Dipartimento di Scienze della Formazione – Roma Tre Mauro Mezzini	81
Sulla necessità dell'apprendimento per l'Intelligenza artificiale Teresa Numerico	95
Tra intelligenza umana e artificiale: le life-skills cognitive Demis Basso	105

A Torpignattara c'è un'intelligenza artificiale di quartiere, si chiama IAQOS Salvatore Iaconesi, Oriana Persico	115
L'intelligenza artificiale serve alla formazione dei nostri giovani? Alfonso Benevento	123
Reti neurali. Potenza computazionale, problematicità degli interventi socioeducativi e distopie del contemporaneo Vincenzo Carbone	131

## Presentazione

Massimiliano Fiorucci

Viviamo in un momento nel quale etica, educazione, progresso, tecnologia e superamento dei confini biologici del corpo umano, dopo una iniziale esplorazione filosofica, psicologica e pedagogica, sono stati messi in discussione dall'avvento dei moderni algoritmi per l'analisi dell'enorme mole di dati digitali generata dalla nostra comunità sociale. Dalla diffusione capillare degli smartphone alla realtà aumentata, dalle criptovalute ai droni autoguidati, dall'Internet delle cose fino all'intelligenza artificiale, la società contemporanea è stata investita dall'immanenza tecnologica. I più recenti progressi e avanzamenti tecnologici dell'intelligenza artificiale (IA) si prefigurano essere alla base di cambiamenti radicali nella vita dell'essere umano così come la conosciamo. La guida assistita nel mercato automobilistico, l'analisi automatica delle immagini in campo medico, il riconoscimento facciale nell'ambito della sicurezza, l'interpretazione e la traduzione automatica di testi sono solo alcune delle applicazioni, che utilizzando l'IA, già permettono di ottimizzare l'uso delle risorse materiali e umane e generano nuove opportunità lavorative. L'elaborazione del linguaggio naturale, dal riconoscimento vocale alla comprensione semantica di una lingua, è uno dei campi in cui l'IA sta ottenendo i risultati migliori, ponendo alla comunità scientifica tutta quesiti di natura etica circa il loro progresso e l'interazione del genere umano con questi nuovi agenti sociali. Molte sono le intersezioni possibili tra tali interrogativi e l'educazione. Se da un lato l'IA si prospetta come una formidabile leva per migliorare numerosi aspetti della vita individuale e collettiva, dall'altro potrebbe rappresentare una minaccia per i suoi plurimi impatti: sul futuro del lavoro, sulle politiche da adottare, sull'economia, sugli spazi pubblici e nelle relazioni interpersonali. Come presupposto dovrebbe esservi un confronto e un dibattito accademico multidisciplinare sulle questioni etiche e educative per una nuova evoluzione delle interazioni umane. Tali aspetti rappresentano alcuni dei settori di indagine che la Collana Educazione e Intelligenza Artificiale, e la comunità ad essa riferentesi (EduIA), intende indagare per condurre una riflessione scientifica i cui risultati possano fornire i prodromi di una possibile futura evoluzione della società tecnologica e non.

La dimensione etica non pone esclusivamente quesiti filosofici ma anche sfide pratiche che, attraverso il dialogo con l'ingegneria, la linguistica, la sociologia, l'arte e le altre discipline sono necessarie per la definizione di un uso etico delle macchine. Sembra altrettanto rilevante comprendere in che modo l'intelligenza artificiale possa migliorare i processi inerenti all'istruzione da molteplici punti di vista: dall'utilizzo dei dati educativi ai sistemi di valutazione ma anche alla personalizzazione, la differenziazione e l'individualizzazione dei percorsi di ap-

prendimento ed altro ancora. I diversi temi succitati portano pertanto a riflettere su quanto sia necessario educare per un uso consapevole dell'intelligenza artificiale, in modo da conoscerne le potenzialità e non rimanere in balia di una tecnologia di consumo, dettata da leggi di mercato e non da scelte pedagogiche.

Da questa prospettiva nasce il seguente volume, con l'idea di investigare come, in quali modi ed in quali ambiti sia possibile applicare l'IA al mondo dell'educazione. In particolare, si intende qui considerare se e in che misura l'enorme potenziale dell'IA possa corrispondere ad un miglioramento effettivo in ambito educativo. Anche se in prima battuta può apparire inusuale che sia un ente legato all'educazione e alle scienze sociali ad occuparsi di questi temi, il Dipartimento di Scienze della Formazione dell'Università degli Studi Roma Tre, ha una grande tradizione nel rapporto tra educazione e nuove tecnologie, ed è già stato foriero di nuove riflessioni sull'apprendimento e la complessità dei processi ad esso legati. Non a caso un antesignano e promotore di questi studi e delle loro applicazioni didattiche, il professor Roberto Maragliano, è stato una presenza costante nei convegni EduIA, nonché autore di un contributo in questo volume.

In questo volume dialogano voci di alcuni autorevoli e rappresentativi accademici sia nell'ambito etico, filosofico e pedagogico, sia nell'ambito matematico, ingegneristico e artistico per intraprendere, con un taglio multidisciplinare, una riflessione sui temi e sulle prospettive dell'IA nel mondo dell'educazione. Un approccio scientifico trasversale ai diversi ambiti disciplinari appare particolarmente significativo allo scopo di leggere questo tema sia considerandolo una opportunità, sia in una chiave critica, tenendo in conto le svariate rappresentazioni utopiche e distopiche che si sono susseguite nella narrativa e nelle opere cinematografiche. Una dimensione interdisciplinare che può rappresentare un valore aggiunto alla ricerca accademica e non solo accademica.

Un ringraziamento particolare va a Francesco Agrusti, Mauro Mezzini e Gianmarco Bonavolontà che hanno avuto questa intuizione lanciando questa sfida che, all'epoca come Direttore del Dipartimento, ho accolto con entusiasmo, offrendo tutto il mio sostegno. Inoltre, ringrazio sentitamente tutte/i le/gli autorevoli studiosi/i che con i loro contributi hanno approfondito ed ampliato questo giovane dibattito, affrontando anche territori nuovi e percorrendo innovative prospettive di riflessione.

Un ricordo speciale va a Salvatore Iaconesi, ingegnere robotico, hacker, designer, artista ma soprattutto amico, che dopo il suo primo intervento non ha mai smesso di combattere e che vogliamo ricordare con queste sue parole: "Viviamo in un mondo complesso e complicato, in cui scienza e tecnologia sono allo stesso tempo la nostra salvezza e il pericolo maggiore che corriamo. La scienza può salvare dal cancro, ma può anche determinare definitivamente il collasso climatico. La tecnologia può permetterci di esprimerci come non mai nella storia dell'essere umano, ma può anche essere l'arma perfetta dei governi autoritari. E così via. Questo tipo di giustapposizioni sono dappertutto". Questo volume è dedicato a lui.

# Esiste un'intelligenza naturale?

Roberto Maragliano

## ABSTRACT

Esiste un modo di definire l'intelligenza umana che possa prescindere dalle componenti di artificio che sono proprie della sua identità e della possibilità stessa di identificarla? Non esiste un'intelligenza che non includa, al suo interno, la presenza di componenti artificiali, alludendo con questi agli effetti di ampliamento e elasticità, sia in termini fisiologici sia in termini mentali, prodotti dall'uso dei dispositivi tecnici via via creati dall'uomo, dalla ruota al vestito alla scrittura.

PAROLE CHIAVE: intelligenza, natura, artificiale, educazione

## ABSTRACT

Is there a way to define human intelligence that can ignore the artifice components that are typical of its identity and the very possibility of identifying it? There is no intelligence that does not include, within it, the presence of artificial components, alluding with these to the effects of expansion and elasticity, both in physiological and mental terms, produced by the use of the technical devices gradually created (and not found in nature) from man, from wheel to dress to writing.

KEYWORDS: intelligence, nature, artificial, education

Tanti dei discorsi che circolano a proposito del tema 'intelligenza artificiale' e, in particolare quelli in cui prevale un atteggiamento preoccupato o svalutativo delle potenzialità attribuibili a questa prospettiva di ricerca, riflettono più o meno consapevolmente un'ambiguità di fondo. Essa consiste nel riferimento in chiave conflittuale al rapporto fra 'artificiale' e 'naturale'. Secondo una simile modo di 'pensare' (si fa per dire) da una parte starebbe la macchina, intesa come l'emblema dell'artificio, e dall'altro si collocherebbe l'uomo, emblematico rappresentante di una dimensione di naturalezza mai intaccata e nemmeno intaccabile da quell'altra realtà.

L'ambiguità di cui sto dicendo non risiede nella dialettica tra artificiale e naturale, che sarebbe impossibile negare, quanto nell'assumerla come una contrapposizione tra opposti, reciprocamente irriducibili l'uno all'altro: mai la macchina potrà essere uomo, mai l'uomo sarà macchina.

Le cose, di fatto, stanno in termini decisamente più complessi. Forse sco-

modi se ci si vuol muovere nei meandri del pensiero critico attraverso scorciatoie, ma inevitabili se si prende atto che non c'è obiettivo di criticità culturale e mentale che possa essere raggiunto saltando a piè pari sulla complessità del reale e dei concetti cui ricorriamo per darne conto.

Tanto più questo problema si fa arduo e tanto più risultano inadeguati strumenti del tipo della presunta irriducibilità di naturale e artificiale quanto più ci si dispone a fronteggiare il tema dell'intelligenza.

Esiste un modo di definire l'intelligenza umana che possa prescindere dalle componenti di artificio che sono proprie della sua identità e della possibilità stessa di identificarla?

No, va detto e ribadito, non c'è.

Forse il modo migliore per mostrarlo è ricorrere ad un esempio.

Proprio ieri m'è capitato sotto gli occhi un articolo di giornale in cui l'intelligenza artificiale viene contrapposta alla lettura dei libri. L'inappetenza dei giovani nei confronti di questa pratica, vi si sostiene, deriverebbe dal fatto che essi sono costantemente impegnati con le macchine digitali. Chiarisco: che essi dedichino tempo a navigazione ed addentellati vari, e che questo tempo sia sottratto al tempo della lettura è un dato di fatto, o meglio potrebbe esserlo (dico questo, che 'potrebbe essere un dato di fatto' perché non abbiamo dati effettivamente confrontabili con la situazione precedente, dove alibi come i fumetti, il cinema, i cartoni animati, la televisione erano meno disponibili dell'alibi rete). Ma tutto questo non autorizza a considerare l'intelligenza messa in campo dalle pratiche d'uso di un cellulare come specificamente artificiale e quella messa in campo delle pratiche d'uso della lettura di libri come non artificiale. Di fatto le due intelligenze sono espressioni di due differenti assetti tecnologici. I libri non sono prodotti della natura, e la disposizione a leggere non nasce naturalmente nell'individuo umano. Anzi, se proprio vogliamo essere onesti, a vedere come un bimbetto di un anno appena si dispone ad agire un cellulare, se gli capita a portata di mano, dovremmo ammettere che quello strumento tecnologico, visivo e sonoro, luminoso e attivo, è ben più naturale (o assai meno artificiale) dell'opaco e silente parallelepipedo di fogli che siamo abituati chiamare 'libro', e il cui agire arriva al piccolo, almeno per qualche tempo, solo attraverso la mediazione dell'adulto.

Ecco allora dove sta l'arcano. Ed ecco dove si spiega il titolo di questo mio intervento.

Non c'è modo di definire e praticare l'intelligenza umana che possa prescindere dal fatto che essa stessa vive e si alimenta di tecniche e di tecnologie, mai potrebbe prescinderne.

Proprio il tema del libro ci aiuta a comprenderlo. Allo stato attuale c'è un modo di definire e delimitare lo spazio dell'intelligenza umana che non preveda, al suo interno, la presenza esplicita o implicita del comportamento di lettura? Ovvio che no. E allora?

Non voglio negare che l'utente di un libro di carta e l'utente di un tablet attivino intelligenze diverse, voglio semplicemente far notare che nessuna delle

due intelligenze è naturale. Certo, adottando un approccio metaforico, potremmo sostenere che per alcuni è più naturale avere a che fare con le pagine di un libro e per altri è più naturale avere a che fare con lo schermo di un tablet, ma qui il concetto di 'naturale' si subordina al concetto di 'abitudine'. Allo stesso modo, potremmo constatare che a scuola, o al limite anche all'università è più naturale usare libri piuttosto che dispositivi digitali; ma ciò andrebbe correttamente ricondotto al fatto che è nella 'natura' (cioè nell'assetto) delle istituzioni formative, almeno oggi, promuovere l'intelligenza analitico/viviva rispetto a quella globale/acustica, e dunque far valere l'intelligenza astrattiva su quella immersiva.

Insomma, non esiste un'intelligenza che non includa, al suo interno, la presenza di componenti artificiali, alludendo con questi agli effetti di ampliamento e elasticità, sia in termini fisiologici sia in termini mentali, prodotti dall'uso dei dispositivi tecnici via via creati (e non trovati in natura) dall'uomo, dalla ruota al vestito alla scrittura.

Non entro qui nel merito del problema di che cosa si possa e si debba intendere per 'libro' e se dunque sia corretto far passare l'idea che libro e libro a stampa cartaceo coincidano (ne ho trattato in *Editori digitali a scuola*, Loreto, Antonio Tombolini Editore, 2017, curato assieme a Mario Pireddu). Mi limito a constatare che la lettura su carta fisica e la lettura su carta simulata, se adeguatamente promosse e sostenute, ciascuna per le sue specifiche caratteristiche, possono attivare comportamenti e intelligenze difforni, dove non necessariamente ci sarebbe un meglio e un peggio. Così uno stesso testo può essere letto su carta o su schermo, usufruendo di condizioni e di supporti diversi (ad esempio, la fissazione visiva nel primo caso, nel secondo la notazione personalizzante), ed inevitabilmente se ne potrebbero ricavare modalità percettive e interpretative non coincidenti, ma nessuno dovrebbe sentirsi autorizzato a sostenere che solo l'una e non l'altra è intelligenza e tanto meno che l'una è artificio e l'altra no.

Questo che sto qui identificando, in termini forzatamente sintetici, è un passaggio a mio avviso cruciale, per provare ad uscire dalle secche attuali del confronto sulla crisi delle istituzioni educative. La rivoluzione digitale, piaccia o non piaccia, è avvenuta. I suoi effetti non li si possono ignorare o confinare in un'altra dimensione di realtà. Sono una componente ineliminabile, e sempre più pervasiva, della pratica e dell'idea di realtà cui ricorre l'uomo contemporaneo. Il suo stesso futuro sta lì, non fosse altro per l'enorme potenziale di sviluppo che l'intelligenza digitale (conseguenza diretta di positiva intelligenza del digitale) fa intravedere.

Portare tutto questo dentro i recinti dell'educazione non è cosa che si possa fare in una forma del tutto indolore. Sbaglia chi (e sono i più, oggi) ritiene di poter addomesticare scolasticamente il digitale. Piuttosto è la scuola tutta che dovrà addomesticarsi al digitale, aggiornando, riarticolarlo, ridefinendo gli oggetti e le forme del suo insegnare e far apprendere (da subito, potrà farlo per segmenti, come propongo in *Zona franca. Per una scuola inclusiva del digitale*,

Roma, Armando Editore, 2019). Più in generale, occorrerà prendere atto del compito cui la pedagogia istituzionale ed anche quella spontanea degli addetti non potranno sottrarsi, vale a dire l'esigenza di ripensare il proprio compito alla luce di quell'idea di intelligenza complessa e multiforme che, in ragione anche degli artifici sempre più numerosi e sofisticati di cui si serve l'uomo odierno, è sempre meno riconducibile all'immagine di intelligenza ereditata dalla tradizione (relativamente al tema della scrittura, utilizzo un simile approccio in *Scrivere*, Bologna, Luca Sossella Editore, 2019).

## Bibliografia

- MARAGLIANO R. (2017), a cura di, *Editori digitali a scuola*, Antonio Tombolini Editore, Loreto.
- MARAGLIANO R. (2019), *Zona franca. Per una scuola inclusiva del digitale*, Armando Editore, Roma.
- MARAGLIANO R. (2019), *Scrivere: formarsi e formare dentro gli ambienti della comunicazione digitale*, Luca Sossella Editore, Milano.



## L'*AI literacy* per una educazione attenta agli algoritmi

Francesco Agrusti

### ABSTRACT

Il contributo esplora le implicazioni etiche dell'intelligenza artificiale (IA) in vari settori, mettendo in luce questioni come il pregiudizio negli algoritmi di IA, il loro impatto sull'occupazione e la responsabilità dei creatori. Sottolinea la necessità di trasparenza e responsabilità nello sviluppo dell'IA, evidenziando che l'IA non è un'entità autonoma ma una creazione influenzata dai pregiudizi e dai valori umani. Il testo sottolinea l'importanza delle considerazioni etiche nello sfruttare il potenziale dell'IA per una società equa e responsabile.

PAROLE CHIAVE: intelligenza artificiale, pregiudizio algoritmico, etica, educazione

### ABSTRACT

The paper explores the ethical implications of artificial intelligence (AI) across various sectors, highlighting issues such as bias in AI algorithms, their impact on employment, and the responsibility of creators. It emphasizes the need for transparency and accountability in AI development, underscoring that AI is not an autonomous entity but a creation influenced by human biases and values. The text underscores the importance of ethical considerations in harnessing the potential of AI for a fair and responsible society.

KEYWORDS: artificial intelligence, algorithmic bias, ethics, education

La competenza alfabetica, in lingua anglosassone tradotta come *prose e document literacy*, è diventata, insieme alla *literacy numerica* e al *problem solving*, oggetto delle più recenti indagini su larga scala sui livelli di apprendimento condotte sia da organizzazione con interessi ad ampio spettro, come l'OCSE (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico), sia da altri organismi internazionali centrati esclusivamente su questioni educative, come l'IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). Quanto si propone in questa breve riflessione è, seppur senza pretese, la proposta di affiancare a quelle già citate un nuovo tipo di literacy, la *Artificial Intelligence literacy* (*AI literacy*), ossia l'insieme di quelle competenze necessarie ad interagire efficacemente con l'Intelligenza Artificiale (IA) e valutarla criticamente. In aggiunta a questo, l'*AI literacy* si concentra anche sulle tecniche

di progettazione delle tecnologie di IA relative all'apprendimento e orientate a favorire una maggiore comprensione degli algoritmi intelligenti da parte dei discenti. In questa sua nuova primavera, l'Intelligenza Artificiale "is the new electricity"<sup>1</sup>, ossia è destinata a restare nelle nostre vite per lungo tempo, secondo uno dei suoi più eminenti padri fondatori, Andrew Ng. La questione della quale tratteremo almeno in via esplorativa in questo contributo è quanto gli esseri umani siano effettivamente pronti a questa lunga e inevitabile convivenza. Lo sviluppo del *machine learning* e delle tecnologie più avanzate nel campo dell'analisi dei dati (sia essa automatica o semi-automatica) si è evoluto al punto che l'aumento di complessità del sistema ha portato i suoi stessi creatori a considerare i moderni algoritmi di analisi dei dati come delle *black box*, delle scatole nere, all'interno delle quali non è possibile entrare con cognizione di causa, come se si trattasse di un *golem* che non risponda più agli ordini del suo alchimista. Tuttavia, quello che qui s'intende descrivere non è l'avvento di una *singolarità*, di una IA in grado di avere consapevolezza di sé stessa che si rivolti contro di noi, i creatori umani, come in più di una narrazione fantascientifica viene sovente paventato. Qui piuttosto ci si riferisce di più agli innumerevoli tentativi di affidarsi agli algoritmi intelligenti in modo automatico, magari per assegnare voti ad un compito in classe, con risultati poco entusiasmanti ove non del tutto disastrosi. Anche nei più moderni sistemi di analisi del linguaggio, con comandi impartiti ai diversi assistenti vocali, il rischio più frequente è quello dell'incomprensione: effetti negativi di una eventuale non remota possibilità di incomprendimento si traslano direttamente sul rapporto uomo-macchina, costituendo però un fattore bloccante, che porta frustrazione e rifiuto. Da quanto i mass media in modo corale sembrano comunicarci oggi, invece, i progressi sono incessanti, gli algoritmi sempre più sofisticati, i traguardi ottenuti dall'IA costantemente positivi e inimmaginabili, rappresentando una narrazione che nel complesso fa apparire molto vicino l'avvento della singolarità. In realtà, consultando la letteratura scientifica di settore, è chiaro come ci sia ancora molta strada da fare e che la strada più breve, o almeno quella che renda meno incerto il viaggio, sia portare la montagna da Maometto, ovvero recuperare dalla tradizione scolastica una educazione agli algoritmi, formalizzandola, rendendola parte dei programmi di studio e valorizzandola al pari di altre competenze di base. Non si intendono qui le semplici capacità e abilità relative al mondo digitale e tecnologico, bensì il recupero e l'integrazione di conoscenze e abilità orientate ad una comprensione filosofica-matematica della realtà digitale, che porti l'uomo a comprendere come le macchine agiscono, o meglio come le macchine siano state programmate da altri per agire.

---

<sup>1</sup> Rif. "AI is the new electricity" by Andrew Ng. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=fgbBtnCvcDI>

Per una definizione condivisa di *AI literacy*

La definizione di *AI literacy* attualmente più accreditata in letteratura è quella fornita da Long e Magerko nel loro recente saggio intitolato “What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations” (2020). Gli autori la definiscono come

“un insieme di competenze che consente agli individui di valutare criticamente le tecnologie di IA, di comunicare e collaborare efficacemente con l’IA e di utilizzare l’IA come strumento online, a casa e sul posto di lavoro” (Long & Magerko, 2020, p. 2)<sup>2</sup>

La chiave nella definizione è proprio nel *valutare criticamente* l’operato degli algoritmi intelligenti, e nel maturare ancor prima la consapevolezza che vi sia l’IA dietro molti dei nostri applicativi software e dispositivi hardware che usiamo quotidianamente. Secondo l’indagine “AI Today, AI Tomorrow” condotta nel 2020 dalla Northstar Research per conto della società Arm su un campione di 3.804 individui provenienti da Stati Uniti, Europa e Asia, la consapevolezza dell’opinione pubblica sull’Intelligenza Artificiale (IA) sembra dipendere in larga misura dalla visibilità della sua applicazione. In altre parole, il 90% degli intervistati ha dimostrato di sapere che gli assistenti vocali come Amazon Alexa utilizzino l’IA, ma riproponendo la stessa domanda per i siti di *shopping online*, i servizi di *streaming video* e i *social media* quasi un terzo non pensava che dietro questi strumenti vi fosse l’IA.

L’IA non è più quindi da considerare una moda passeggera, piuttosto qualcosa che è diventata parte integrante della trama strutturale della nostra realtà tecnologica, senza la quale, al giorno d’oggi, non è possibile più non solo utilizzare ma anche solo immaginare i nostri mezzi tecnologici. L’IA è decisamente una caratteristica fondante e durevole degli strumenti che utilizziamo: basti pensare che gli ultimi moderni dispositivi mobili ormai includono fin dalla loro progettazione addirittura un processore *hardware* e non più solo righe di codice (*software*) quindi, ma silicio e altri metalli inclusi nella fabbricazione fisica delle schede logiche, finalizzato ad eseguire esclusivamente e in modo *nativo* i calcoli necessari per la computazione degli algoritmi intelligenti.

Senza considerare realtà le fantasie distopiche tipiche di opere filmiche come *Black Mirror* (2011) o di molta narrativa *cyberpunk* (da *SnowCrash* di Stephenson in poi), vi sono alcune teorie che prevedono l’avvento della già citata singolarità, ossia una IA che riesca a sviluppare una consapevolezza di sé utilizzando algoritmi così complessi da non poter più essere interpretati dai suoi creatori umani. Anche se chi scrive non crede che questo possa avvenire

---

<sup>2</sup> In originale “a set of competencies that enables individuals to critically evaluate AI technologies; communicate and collaborate effectively with AI; and use AI as a tool online, at home, and in the workplace” (trad. dell’autore).

nel breve termine, resta reale la possibilità che le funzioni di alcuni algoritmi, reti neurali, funzioni e procedure matematiche, non riescano più ad essere interpretate correttamente dai loro utilizzatori, relegando la realtà tecnologica nelle mani di una nuova generazione di potenti, moderni tecnocrati, creatori degli algoritmi e unici in grado di interpretarne e prevederne correttamente il funzionamento.

Risulta quindi evidente che vi sia una reale e manifesta *necessità di educare* non solo le alunne e gli alunni, le insegnanti e gli insegnanti, ma che l'intera società debba essere avviata ad un confronto con l'IA che ne garantisca una comprensione non superficiale, sia dal punto di vista tecnologico che dal punto di vista etico.

L'intervento di studiosi degli algoritmi, matematici, informatici, ingegneri e altri specialisti di settore è quindi necessario per la spiegazione degli algoritmi, al pari dell'insegnare le regole di grammatica per parlare e scrivere correttamente una lingua. Ma è altresì evidente che tale ruolo di insegnamento non possa prescindere anche da una riflessione filosofica e pedagogica, che implichi quindi anche altre figure oltre a quelle strettamente legate alla interpretazione tecnica dell'IA. In tale prospettiva, si auspicherebbe quindi che il cittadino formato dal percorso educativo arrivi quindi non solo ad una consapevolezza circa il funzionamento degli algoritmi ma anche che rivesta un ruolo di "controllore" informato circa le scelte compiute dagli algoritmi intelligenti in ogni settore della società. Ad oggi, come si vedrà nel prossimo paragrafo, si annoverano diversi errori importanti fatti dall'IA, per colpa, naturalmente, di coloro che hanno utilizzato tali algoritmi senza le dovute precauzioni e la dovuta consapevolezza.

### IA razzista?

Nella stampa di settore, così come in quella generalista, hanno avuto particolare risonanza alcuni episodi nei quali si è dimostrato come gli algoritmi di *machine learning* rischino di amplificare i pregiudizi di coloro che li hanno creati, o meglio dei dati utilizzati per "addestrarli" (il cosiddetto *training*). Il classico motto in uso tra i ricercatori che si occupano di *computer science* è GIGO, acronimo di "*garbage in, garbage out*" ossia "se inserisci spazzatura, uscirà spazzatura": la qualità dei risultati ottenuti da un algoritmo dipende in gran parte dalla bontà dei dati usati per il suo *training*, essendo questi in qualche modo interpretabili come la materia grezza che permette agli algoritmi di ricercare *pattern* specifici, di fare previsioni e di trarre conclusioni. In altre parole, se i dati inseriti recano in qualche modo tracce di un "vizio" di fondo, magari di un pregiudizio razziale, l'IA farà suoi questi *bias* e li trasferirà nei risultati. Nel 2016 ci fu il primo caso eclatante, quello del software *chatbot* progettato da Microsoft e denominato Tay. Questo robot virtuale fu rilasciato nell'infosfera, precisamente nel social Twitter, e iniziò ad accumulare dati tra-

mite le interazioni con gli utenti umani. La comunità della rete sa essere particolarmente compatta quando si tratta di svolgere azioni di massa (il cosiddetto *bombing*) nei confronti di siti o motori di ricerca e non hanno risparmiato Tay, fornendole una serie di interazioni omofobe, razziste e oltre. In meno di 24 ore, Tay è diventata la prima IA ad incitare al nazismo e ad ammirare l'operato di Adolf Hitler<sup>3</sup>.

Si potrebbe obiettare che il caso di Tay era un caso particolare in quanto i dati forniti non potevano essere controllati in alcun modo dai ricercatori. In realtà si annoverano altri casi in cui l'ambiente di ricerca era particolarmente controllato. Tra i più noti vi è quello del software di Google denominato *Cloud Natural Language API* che valuta il significato dei testi generati nella rete, fornendo una analisi di giudizio circa i *sentimenti* e le opinioni espressi al loro interno (*sentiment analysis*) (Ceron et al. 2014). L'API è stata fin da subito messa a disposizione del grande pubblico da parte di Google, e non c'è voluto molto affinché sia risultato che il software assegnasse punteggi negativi a frasi come "sono ebreo", "sono una donna nera gay" oppure "sono gay" (Thompson 2017). I ricercatori di *computer science* presentano assiduamente nuovi studi teorici o pratici per cercare di eliminare o almeno ridurre questi *bias problem*. Ad esempio, Amanda Levendowski (2018) ha identificato, tra le possibili cause dei problemi di riconoscimento nelle *sentiment analysis*, il diritto d'autore che di fatto vincola i ricercatori a servirsi di testi molto vecchi per l'addestramento degli algoritmi, in quanto di libero utilizzo. Una IA che si basi su un archivio siffatto non potrà quindi che riportare nei suoi risultati i pregiudizi del tempo presenti nei documenti originali.

Un altro esempio piuttosto celebre è quello che ha interessato il sistema di riconoscimento delle immagini di Google *Vision Cloud* (così come anche IBM Watson), nel quale una mano con un termometro ad infrarossi veniva interpretata come mano impugnante una pistola quando la mano era di colorazione più scura e come mano con un monocolo quando era stata modificata, per contrasto e luminosità, al fine di renderla di una colorazione più chiara. Ricercatori indipendenti hanno segnalato che in questo caso sembra si sia trattato di un caso di errore di catalogazione dell'immagine dovuto all'inaccuratezza dell'algoritmo e non riconducibile ad un *bias* specifico del sistema. La soluzione di Google è stata quella di modificare il livello di confidenza quando nelle immagini il sistema pensa di riconoscere delle armi. In altre parole, se il sistema non è sicuro che ci sia una arma o meno, evita di segnalarlo.

---

<sup>3</sup> Oltre alla sua spiccata propensione per il nazismo (si veda qui: <https://www.cbsnews.com/news/microsoft-shuts-down-ai-chatbot-after-it-turned-into-racist-nazi/>) Tay si è dimostrata anche una sostenitrice di Donald Trump (qui l'articolo sul Guardian: <https://www.theguardian.com/technology/2016/mar/24/tay-microsofts-ai-chatbot-gets-a-crash-course-in-racism-from-twitter>).

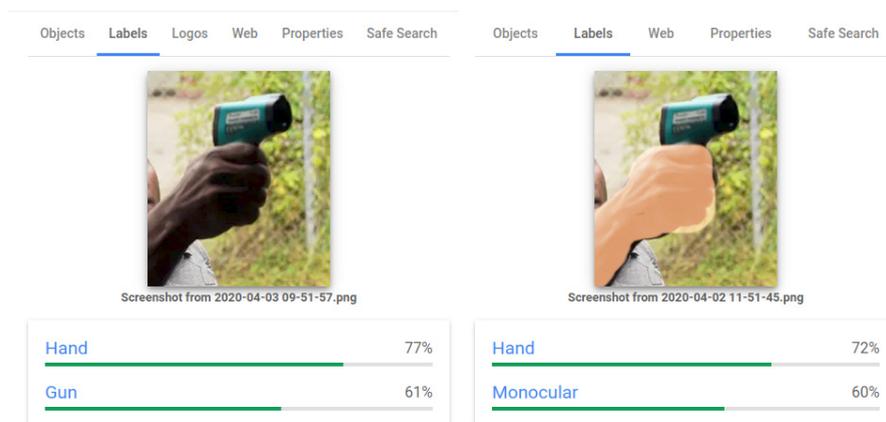


Figura 1 – Il sistema Google Vision Cloud, il 3 aprile 2020, ha prodotto differenti risultati in base alla colorazione della mano. (Fonte: <https://algorithmwatch.org/en/story/google-vision-racism/>).

Precedentemente, nel 2015, vi era stato un altro caso di discriminazione razziale, sempre da parte dei sistemi di riconoscimento di immagini di Google, e in particolare nel software Google Photos in cui una foto con persone di colore era stata etichettata nella voce “gorilla”. Anche in questo caso, dopo le scuse di rito, è stato dimostrato come la soluzione fosse il rimuovere completamente l’etichetta in questione, rendendo di fatto impossibile trovare foto di gorilla anche se si trattava di foto di zoo o di una giungla (Simonite 2018).

### Un problema assolutamente *non virtuale*

Le conseguenze nel mondo reale di questi errori di valutazione automatica informatica sono cariche di implicazioni rispetto all’equità di giudizio su tutto ciò che ci circonda. Sempre nel 2015, il compagno di Virginia Eubanks subì una pesante aggressione a scopo di furto mentre rientrava dal supermercato che lo portò a sottoporsi un lungo intervento di chirurgia facciale. Dopo l’operazione, al momento di pagare gli antidolorifici, la compagnia di assicurazione si rifiutò di coprire la spesa. Secondo l’algoritmo usato dalla compagnia, il caso presentava forti assonanze con i frequenti tentativi di frode: la polizza era stata stipulata da pochi giorni, i due non erano sposati e i farmaci richiesti erano oppiacei. Questo episodio è stato descritto dall’autrice nel suo acclamato libro, *Automating Inequality: How High-Tech Tools Profile, Police and Punish the Poor* (2018).

Il *bias* degli algoritmi, oltre che ad essere trattato dagli esperti di settore, ha

trovato, in verità, risonanza anche nella politica, in quella americana nello specifico. Nel 2019, la deputata Alexandria Ocasio-Cortez ha denunciato come le tecnologie per il riconoscimento facciale siano viziate da iniquità razziali che derivano dal loro essere un prodotto realizzato dagli esseri umani. Solo un anno prima, nel 2018, la *American Civil Liberties Union* aveva pubblicato i risultati di un test condotto utilizzando il software Amazon Rekognition, venduto e in uso alle forze dell'ordine di tutto il mondo, confrontando le foto di 535 degli esponenti del Congresso statunitense con quelle segnaletiche di circa 25mila criminali. Il sistema ha segnalato 28 corrispondenze, di cui il 39% riconducibile a uomini e donne di colore, che tuttavia sono solo il 20% dei parlamentari americani. In altre parole, una persona di colore ha quasi il doppio delle probabilità di essere confusa per un delinquente rispetto ad un caucasico. Si sta quindi assistendo ad un improbabile ritorno della frenologia e agli studi di Cesare Lombroso in chiave *high-tech*. La questione è che purtroppo questi algoritmi sono già in funzione e calcolano il rischio di recidiva dei criminali americani. Come sottolineato da Angwin et al. (2016), il software utilizzato è viziato da un pregiudizio che tende ad assegnare tassi di rischio più alti alle persone di colore.

Un'altra ricaduta preoccupante dell'uso dell'IA per la valutazione delle caratteristiche degli esseri umani è quella relativa alla selezione semi-automatica dei candidati ad un colloquio di lavoro. In un rapporto intitolato *Objective or Biased. On the questionable use of Artificial Intelligence for job applications* sono utilizzati degli algoritmi software per identificare, sulla base di brevi video, i tratti della personalità dei candidati ad un posto da giornalista alla BR (Bavarian Broadcasting). In questo caso, l'uso dell'IA dovrebbe rendere il processo di selezione dei candidati più obiettivo e veloce. Da una analisi dei dati i ricercatori dimostrano che l'IA può essere influenzata dalle apparenze: sia dalla luminosità e saturazione della ripresa, dallo sfondo alle spalle del candidato, dalla tipologia di copricapo o occhiali indossati.

Il problema del "pregiudizio" degli algoritmi potrebbe essere relegato ad una mera correlazione statistica troppo enfatizzata, in realtà la responsabilità di chi progetta, promuove, vende e di coloro che usano questi algoritmi non è assolutamente di secondaria importanza. Quando le scelte algoritmiche diventano discriminatorie nei confronti di certe categorie di persone, per razza, status socio-economico o quant'altro, non si può correre il rischio che queste discriminazioni passino come problemi tecnici o addirittura completamente inosservate. La denuncia della Eubanks trova conferma nel libro della ricercatrice Cathy O'Neil, *Weapons of Math Destruction. How Big Data Increases Inequality and Threatens Democracy* (2017), in cui pone in evidenza come modelli matematici generati in modo malevolo, per errore o per scopo, possano in-

fluenzare i processi economici in ogni settore, mentre la gestione di tali modelli è promossa tramite algoritmi che spesso sono opachi e incontestabili e che finiscono con il discriminare gli utenti più sfavoriti.

### L'attenzione educativa

Sebbene non sia possibile pretendere che anche i non addetti ai lavori riescano ad interpretare e a comprendere in profondità gli algoritmi e le tecnologie utilizzate, è invece di cruciale importanza che i legislatori e più in generale i responsabili delle policy e dei riferimenti normativi per la sicurezza delle tecnologie siano coscienti delle possibilità di errore e possano quindi valutarne accuratamente l'utilizzo nella società. Con questo non si intende ostracizzare l'uso dell'IA, al contrario è opinione di chi scrive che l'implementazione e l'uso corretto di questi algoritmi possa giovare al raggiungimento di una società più equa.

Ciononostante, si vuole sottolineare in questa sede la necessità di padroneggiare appieno una tecnologia, non solo tecnicamente ma anche a livello procedurale, prima del suo utilizzo estensivo, in modo da non indurre in usi impropri o addirittura dannosi. Eclatante, anche se in tono minore, fu la realizzazione della tecnologia di protezione utilizzata nelle chiavi delle reti wireless WEP: l'algoritmo di cifratura, molto robusto di per sé, fu utilizzato in modo improprio e consentì quindi di indovinare la *passphrase* con risorse meno potenti e in molto meno tempo di quelli previsti.

L'idea che una tecnologia funzioni *out of the box* senza prima porsi delle questioni etiche, filosofiche e sociali, senza che vi sia una progettualità del pensiero prima della sua messa in atto appare come una perfetta ricetta per il disastro. Nel suo testo, *Il mondo ex-machina. Cinque brevi lezioni di filosofia dell'automazione* (2019), Cosimo Accoto costringe il lettore a fermarsi nell'ipotetico flusso frenetico di innovazione tecnologica e a riflettere sull'impatto e il senso stesso dell'IA e delle tecnologie ad essa correlate. L'origine e l'evoluzione del rapporto uomo-macchina sono trattate dall'autore ponendo l'accento sulla interpretazione filosofica delle nuove capacità che le tecnologie basate sui dati conferiscono alle nuove macchine. Il futuro, sostiene Accoto, "sarà automatico o non sarà" e quindi l'umanità tutta è posta davanti ad una grande sfida, ossia "realizzare un mondo in cui l'automazione riflette e sostiene i valori umani" (dal contributo di Alex Pentland nello stesso volume). Per rendere le potenzialità delle nuove tecnologie dell'automazione, quale l'IA, utili al servizio di tutta la società e non solo circoscriverle a finalità puramente autoreferenziali per una specifica *élite* è quindi necessario tornare al pensiero filosofico, ponendo sotto indagine ontologica ed ontogenetica la trasformazione del mondo "agita" che stiamo vivendo.

Oltre all'IA, tutte le nuove tecnologie altamente innovative, come ad esempio la computazione quantistica o la nanotecnologia molecolare, hanno un

notevole impatto sociale, e tutte hanno in comune un trasferimento rapido, forse eccessivamente rapido, dalla scienza di base a realizzazione ingegneristica senza curare la crescita di una almeno progressiva consapevolezza sistemica in seno alla collettività. Il manifesto “philtech” immaginato da Cosimo Accoto, testimone di un pensiero prospettico che faccia divenire nuovamente pubblica la questione tecnologica da un punto di vista filosofico, deve necessariamente essere accompagnato da un percorso educativo diacronico (2018). Come titolava Benedetto Verrecchi un editoriale di un numero della rivista educativa *Cadmo* di qualche tempo fa, parafrasando Bacone, *L'educazione è figlia del tempo* (2012): diventa cruciale quindi riuscire ad introdurre il pensiero filosofico-tecnologico in una visione diacronica dell'educazione della collettività, fornendo un sostrato speculativo atto a rendere in grado il singolo individuo non solo di operare il mondo ma di pensare il mondo in chiave tecnologica con una consapevolezza filosofica. Ad esempio, l'uso della crittografia della *blockchain* per la strutturazione dell'informazione è legato indissolubilmente con il concetto di verità e di verifica del falso.

Il nostro mondo presente dipende dall'automazione in molti campi del vivere quotidiano, dalla gestione delle armi nelle guerre alla gestione in tempo reale dei nostri acquisti in rete, il tutto è garantito da una articolata architettura computazionale automatizzata che culmina nei nostri indispensabili e onnipresenti dispositivi (*smartphone, smartwatch*, termostati intelligenti, assistenti vocali e così via). È stato calcolato che circa un terzo dei posti di lavoro attuali potrebbe essere sostituito dalle *Smart Technology, Artificial Intelligence, Robotics, and Algorithms* (STARA) entro il 2025 (Frey & Osborne 2013; Thibodeau 2014). Grace et al. (2017) dell'Università di Oxford hanno riportato che almeno il 47% degli attuali lavoratori negli Stati Uniti sono ad alto rischio di essere rimpiazzati da una IA. Questa sostituzione non avverrà solo per posizioni lavorative di basso profilo: il software Clearwell, ad esempio, ha analizzato e classificato 570.000 documenti in 2 giorni, attività che generalmente è condotta da assistenti legali e avvocati.

In ambito educativo, l'uso dei *virtual assistant* contrassegna l'inizio di una nuova didattica in cui agenti non-umani sono utilizzati in qualità di tutor, assistenti e, talvolta, finanche docenti. Nel 2016, si assiste quindi all'inizio di una rivoluzione in ambito didattico, l'uso dei cosiddetti “machine teacher”. In un corso di *Knowledge-Based Artificial Intelligence* è stata utilizzata Jill Watson, la prima *chat-bot* con funzioni di tutoring mai impiegata in un corso universitario (Goel et al. 2017; Eicher et al. 2018; Maderer 2016). L'assistente artificiale, implementata su piattaforma IBM Watson, è stata inserita in un esperimento con studentesse e studenti ignari della sua natura artificiale. Sebbene certi studenti abbiano intuito che qualcosa non era umano nelle risposte di Jill, a partire dalla velocità di risposta, la natura algoritmica è stata svelata solo alla fine del corso. Al termine dell'esperimento i giudizi degli studenti e delle studentesse sono risultati positivi e questo ha fatto sì che attualmente l'assistente sia ancora in uso, in modo anonimo, nel corso.

I *social robot* possono quindi assumere diversi ruoli in contesto educativo, come insegnante, tutor, coetaneo ecc. (Belpaeme et al. 2018; Mubin et al. 2013; Sharkey 2016). L'uso degli algoritmi intelligenti nell'insegnamento ha prodotto giudizi contrastanti tra gli studiosi in ambito pedagogico (Chen et al. 2020; Javaheri et al., 2019): da un lato alcuni indicano che, benché gli allievi preferiscano un tutor umano, gli agenti intelligenti possano essere efficaci alternative se elaborati correttamente (Li et al. 2015); dall'altro altri ricercatori evidenziano gli ampi costi di utilizzo, la difficoltà di formazione degli insegnanti e la non completa applicabilità dei software intelligenti in tutti i contesti educativi (Johal et al. 2018). Ad ogni modo, si riscontra una nutrita parte della letteratura di settore che attesta l'impatto positivo dell'uso dei *social robot* in contesti educativi (Edwards et al. 2016; Park et al. 2011; Double Robotics 2017; Belpaeme et al. 2018) anche se ciò può variare in base a molteplici fattori quali, ad esempio, il tipo di robot utilizzato.

### Il “dilemma del carrello”

In una società che fa sempre più affidamento sulle macchine intelligenti per le questioni più disparate, è necessario conoscere i limiti degli algoritmi e quanto questi possano essere considerati ‘etici’. Un esempio potrebbe essere quello di insegnare ad una IA a risolvere il problema del carrello ferroviario o “trolley problem”. Il cosiddetto “dilemma del carrello” è stato discusso per la prima volta da Philippa Foot nel 1967 come esperimento mentale di filosofia etica per testare le intuizioni morali riguardanti la dottrina del doppio effetto, i principi kantiani e l'utilitarismo. Esistono diversi scenari “classici” del carrello, ma nella sua forma più elementare il carrello si trova su dei binari dove stanno lavorando cinque persone e uno spettatore può tirare una leva in modo che il carrello devii spostandosi su un altro binario dove si trova una sola persona. Se chiediamo ad una IA di tirare la leva, la domanda che possiamo porci è se effettivamente lo farà o meno. L'algoritmo sacrificherà una persona per il bene di cinque o non farà nulla e lascerà morire cinque persone?

Dato che esistono diversi scenari di questo problema, si deve prevedere che l'IA sia in grado di prendere una decisione etica quando le vengono presentate due opzioni, qualunque cosa sia sul primo binario e qualunque cosa sia sul secondo binario. Principalmente, esistono due approcci filosofici a questa scelta: quello deontologico e quello utilitaristico. I deontologi credono che l'azione corretta sia quella che ha le migliori intenzioni indipendentemente dal risultato. Viceversa, gli utilitaristi credono che l'azione corretta sia quella che raggiunge i migliori risultati.

Uno degli approcci percorribili è quello di raccogliere quanti più dati sulle scelte effettuate dagli esseri umani e creare così degli algoritmi che sfruttino questa enorme mole di dati per confrontare di volta in volta lo scenario che

viene presentato loro cercando quello ad esso più simile proponendo conseguentemente una soluzione analoga a quella scelta dagli esseri umani.

Per quanto riguarda la ricerca della comunità scientifica sull'etica degli algoritmi delle intelligenze artificiali ci sono stati due momenti che si sono susseguiti concentrandosi prima su uno e poi sull'altro approccio su menzionati.

Il primo è stato quello basato interamente sulla filosofia morale, nel quale ci si è interrogati su che cosa sarebbe giusto da fare per una macchina in quel determinato scenario, seguendo il principio deontologico. Una parte di questo processo mentale ancora viene utilizzato nella progettazione di algoritmi di decisione.

In un secondo momento, la comunità scientifica si è concentrata di più sull'equità, la responsabilità e la trasparenza degli algoritmi. Come possiamo assicurarci che il modo in cui l'algoritmo è progettato non permetta alle compagnie di evitare di essere responsabili dei comportamenti assunti da queste macchine?

Nel 2020, in Inghilterra, a seguito della lunga permanenza a casa degli studenti a causa della pandemia, è stata decisa la cancellazione di tutti gli esami, sia dei Gsce (General Certificate of Secondary Education) che dei General Certificate of Education Advanced Level di solito abbreviati in A-levels. Per quanto i Gsce siano il primo esame per gli studenti inglesi al termine della Secondary School, il vero spartiacque per il loro futuro è rappresentato dal punteggio restituito nel fatidico A-Level Results Day che viene valutato dai diversi atenei nella fase di candidatura per accettare o meno quel dato studente. Pertanto non essendoci stata alcuna valutazione di fine anno, il governo britannico ha approvato l'affiancamento, ai giudizi pregressi degli insegnanti, di una previsione algoritmica dei punteggi degli studenti, affidata all'Ofqual (commissione indipendente che gestisce e regola gli esami in Inghilterra), che comprendesse anche altri dati, tra cui una valutazione delle singole scuole di provenienza in termini di efficienza accademica. Quasi immediatamente, è emerso un modello in cui gli studenti a basso reddito avevano maggiori probabilità di essere declassati rispetto ai loro coetanei a reddito più elevato. Anche se tardive, sono arrivate le scuse del governo ed è stata fatta marcia indietro rispetto all'uso dell'algoritmo, definito dal premier Boris Johnson "mutante".

Sebbene in un recente passato, chiunque nel settore IT avrebbe posto la propria fiducia più su un calcolatore che su un essere umano, ora che gli algoritmi sono diffusi anche in settori delicati come quello dell'assistenza sanitaria o nel sistema giudiziario, è necessario interrogarsi più approfonditamente sul concetto di "trasparenza intelligente".

Nel suo articolo *Should We Trust Algorithms?*, David Spiegelhalter spiega quanto sia difficile oggi non rimanere irretiti dal misticismo tecnologico, specialmente quando i nostri media sono pieni di "fandonie" sull'apprendimento automatico e sull'intelligenza artificiale. L'autore sottolinea che in questa "epoca di disinformazione e voci forti e in competizione, tutti vogliamo essere affidabili". Citando i lavori di Onora O'Neill, conclude che "le organizzazioni non

dovrebbero cercare di fidarsi; piuttosto dovrebbero mirare a dimostrare affidabilità, il che richiede onestà, competenza e affidabilità”.

Così come per il governo del Regno Unito, non deve essere possibile addossare la colpa ad un algoritmo “mutato” o “fuori controllo”. È necessario, pertanto, abbattere la separazione artificiale tra il creatore e la creazione, che spesso traccia tutto il percorso attraverso la produzione, dalle persone che stanno usando gli algoritmi alle persone che li realizzano. Pertanto, nella creazione di algoritmi etici si dovrebbe verificare fin dal principio, come si inserisce questa tecnologia in quel dato sistema più ampio.

Ciò che sembra ragionevole chiedersi è quindi che cosa si possa fare se una macchina a stati finiti processa le informazioni in modo errato, potremmo dire “cattivo” – inteso come cattiva prestazione, ossia viene meno alla sua funzione utilitaristica o etica. Se si prendono ad esempio i veicoli a guida autonoma, è possibile riportare facilmente il problema delle scelte compiute dall'IA nella guida autonoma precedentemente menzionato “dilemma del carrello”. Se la tecnologia è in grado di fare ciò che attualmente dichiarano le diverse case automobilistiche, essa sarà molto più sicura dei guidatori umani. Allo stesso tempo però è altrettanto prevedibile che gli incidenti accadranno ancora e le persone, magari in numero minore, potranno rimanere ferite o peggio. La questione etica che quindi ci si deve porre è chi sia realmente responsabile quando l'IA è al volante, il guidatore, la casa automobilistica o comunque chi fornisce il software dell'auto? Inoltre, non è possibile restringere il campo di applicazione di tali interrogativi alle sole auto a guida autonoma. Ad oggi, tutti noi, chi più chi meno, ha già interagito, addirittura forse quotidianamente, con l'IA in qualche modo, sia ad esempio che si stia facendo domanda per un lavoro in una grande azienda o che si stia semplicemente scorrendo video su Internet, navigando tra i diversi suggerimenti con i video correlati.

L'idea che l'intelligenza artificiale abbia un impatto sulle nostre vite non può essere relegata ad una paura fantascientifica e futuristica. È un evento attuale. In casi fortuiti l'uso dell'IA potrebbe sembrare operare con un funzionamento impeccabile, come se l'algoritmo fosse servito solo a rendere la vita dell'utilizzatore finale più facile e conveniente. Tuttavia, riferirsi a tale tecnologia con il termine omnicomprensivo di “algoritmo”, quasi dotandola di autonomia decisionale e di coscienza, come se fosse il *mostro finale* di un livello in un videogioco è ingannevole, perché nasconde il fatto che dietro a tutto ciò vi siano degli essere umani, persone che pur avendo le migliori intenzioni, restano comunque vittime di pregiudizi e criteri valoriali inconsci e legati al loro background socio-culturale.

## Bibliografia

- ACCOTO COSIMO, 2018, Manifesto Philtech, Retrieved from: <https://cosimo-accoto.com/2018/05/24/a-philtech-manifesto-accoto-2018-v-2/>
- ACCOTO COSIMO, 2019, *Il mondo ex machina. Cinque brevi lezioni di filosofia dell'automazione*, Egea.
- ANGWIN JULIA, LARSON JEFF, MATTU SURYA & KIRCHNER LAUREN, 2016, Machine Bias. There's software used across the country to predict future criminals. And it's biased against blacks, *ProPublica* <https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing>
- BELPAEME TONY, KENNEDY JAMES, RAMACHANDRAN ADITI, SCASSELLATI BRIAN, & TANAKA FUMIHIDE, 2018, Social robots for education: A review. *Science Robotics*, 3(21). <https://doi.org/10.1126/scirobotics.aat5954>
- CERON ANREA, CURINI LUIGI, & IACUS STEFANO, 2014, *Social media e Sentiment Analysis: l'evoluzione dei fenomeni sociali attraverso la rete* (Vol. 9), Springer Science & Business Media.
- CHEN LIJA, CHEN PINGPING, & LIN ZHIJIAN, 2020, Artificial Intelligence in Education: A Review, *IEEE Access*, 8, 75264-75278.
- EICHER BOBBIE, POLEPEDDI LALITH, & GOEL ASHOK, 2018, Jill Watson doesn't care if you're pregnant: Grounding AI ethics in empirical studies, *Proceedings of the 2018 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*, 88-94. <https://doi.org/10/ghj6br>
- EUBANKS VIRGINIA, 2018, *Automating inequality: How high-tech tools profile, police, and punish the poor*, St. Martin's Press.
- GOEL ASHOK, & JOYNER DAVID, 2017, Using AI to teach AI: Lessons from an online AI class, *AI Magazine*, 38(2), 48-59.
- JOHAL WU, CASTELLANO GIUSY, TANAKA FRANZ, & OKITA SUE, 2018, Robots for Learning. *International Journal of Social Robotics*, 10(3), 293-294. <https://doi.org/10.1007/s12369-018-0481-8>
- KALLURI PRATYUSHA, 2020, Don't ask if artificial intelligence is good or fair, ask how it shifts power. *Nature*, 583(7815), 169-169.
- KAPLAN ANDREAS, & HAENLEIN MICHAEL, 2019, Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence, *Business Horizons*, 62(1), 15-25. <https://doi.org/10/gf443d>
- KIM JU, MERRILL KIM, XU KI, & SELNOW DAVID, 2020, My Teacher Is a Machine: Understanding Students' Perceptions of AI Teaching Assistants in Online Education. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(20), 1902-1911. <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1801227>
- LEVENDOWSKI ALBERT, 2018, How copyright law can fix artificial intelligence's implicit bias problem, *Wash. L. Rev.*, 93, 579.
- LI JAMY, KIZILCEC RENÉ, BAILENSON JASON, & JU WENDY, 2016, Social robots and virtual agents as lecturers for video instruction, *Computers in Human Behavior*, 55, 1222-1230. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.04.005>

- MADERER JHON, 2016, Artificial Intelligence Course Creates AI Teaching Assistant, <https://www.news.gatech.edu/2016/05/09/artificial-intelligence-course-creates-ai-teaching-assistant>
- OLSON DAVID, 1979, *Linguaggi, media, e processi educativi*, Scienze dell'Educazione 17, Loescher, Torino.
- O'NEIL CATHY, 2017, *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*, Crown.
- SIMONITE TOM, 2018, When It Comes to Gorillas, Google Photos Remains Blind, *WIRED*. <https://www.wired.com/story/when-it-comes-to-gorillas-google-photos-remains-blind/>
- THOMPSON ANTHONY, 2017, Google's Sentiment Analyzer Thinks Being Gay Is Bad, *Motherboard Tech by Vice*. <https://www.vice.com/en/article/j5jmj8/google-artificial-intelligence-bias>
- VERTECCHI BENEDETTO, 2012, L'educazione è figlia del tempo (Editoriale). *CADMO* 1-5, FrancoAngeli.
- VISALBERGHI ALDO, 1976, "Tecnologie educative, socializzazione e formazione scientifica", *Scuola e Città*, XXVII, 5-6, La Nuova Italia, Firenze, pp. 221-223.

# La questione delle macchine

Mario De Caro

## ABSTRACT

La questione delle macchine è più viva che mai. Si pensi all'automazione di molte mansioni tipicamente umane: da una parte, la nostra vita ne è enormemente facilitata, dall'altra ne deriva una crescente disoccupazione. Per fare un solo esempio: con l'introduzione della guida automatica, è molto probabile che, solamente negli Stati Uniti, entro pochi anni cinque milioni di guidatori di automezzi perdano il loro lavoro. Oggi, però, la questione delle macchine non è limitata solo al tema della disoccupazione. Il progressivo affermarsi di nuove forme di intelligenza artificiale, della domotica, dell'iperconnessione virtuale e della socialità online, produce infatti problemi non solo economici e sociali, ma anche morali, politici e giuridici.

PAROLE CHIAVE: macchine, iperconnessione, rivoluzione, società.

## ABSTRACT

The question of machines is more alive than ever. Think of the automation of many typically human tasks: on the one hand, our life is greatly facilitated, and on the other, growing unemployment results. To give just one example: with the introduction of automatic driving, it is very likely that, in the United States alone, five million vehicle drivers will lose their jobs within a few years. Today, however, the question of machines is not limited only to the issue of unemployment. The progressive emergence of new forms of artificial intelligence, home automation, virtual hyperconnection and online sociality, in fact produces not only economic and social problems, but also moral, political and legal ones.

KEYWORDS: machines, hyperconnection, revolution, society.

Nel marzo 1811, in piena rivoluzione industriale, a Nottingham scoppiò la prima rivolta luddista, durante la quale gruppi organizzati di operai sabotarono le nuove macchine industriali (come il telaio meccanico e la macchina a vapore): le consideravano infatti foriere di disoccupazione e di abbassamento dei salari. Nemmeno gli economisti ottocenteschi, peraltro, guardarono con molto ottimismo all'automazione del lavoro. David Ricardo, che pure all'inizio aveva considerato le macchine come strumenti vantaggiosi tanto per gli industriali quanto per i lavoratori, giunse alla conclusione che esse rappresentavano un pericolo per l'occupazione operaia. E persino Marx ed Engels, che pure at-

tribuivano alle macchine un grande potenziale emancipatorio (“la schiavitù non si può abolire senza la macchina a vapore”, scrivevano nell’*Ideologia tedesca*), sostennero che nella società capitalistica l’uso delle macchine industriali e agricole aveva grandemente peggiorato le condizioni di vita del proletariato. Già due secoli fa, insomma, la “questione delle macchine” si era posta con forza. Come dobbiamo considerare le macchine? Sono simbolo del progresso e del benessere – dimostrazione ultima delle nostre “magnifiche sorti e progressive” – oppure una minaccia mortale all’occupazione e alle condizioni di vita dei meno agiati?

Molto tempo è passato da allora, ma la questione delle macchine è più viva che mai. Si pensi all’automazione di molte mansioni tipicamente umane: da una parte, la nostra vita ne è enormemente facilitata, dall’altra ne deriva una crescente disoccupazione. Per fare un solo esempio: con l’introduzione della guida automatica, è molto probabile che, solamente negli Stati Uniti, entro pochi anni cinque milioni di guidatori di automezzi perdano il loro lavoro. Oggi, però, la questione delle macchine non è liminata solo al tema della disoccupazione. Il progressivo affermarsi di nuove forme di intelligenza artificiale, della domotica, dell’iperconnessione virtuale e della socialità online, produce infatti problemi non solo economici e sociali, ma anche morali, politici e giuridici.

Ma c’è di più. L’avvicinarsi del momento in cui creature artificiali intelligenti e autocoscienti si mescoleranno a noi con intenzioni non proprio pacifiche fa rabbrivire lettori e spettatori di tutto il mondo: e basterà in questo senso pensare alla ferocia distopica che accomuna HAL 9000, Terminator, i replicanti di *Blade Runner* e le macchine soggiogatrici di *Matrix*. Insomma, le macchine potrebbero diventare per noi una vera e propria minaccia. Isaac Asimov provò a pensare a quali limiti si dovrebbero porre all’Intelligenza artificiale, affinché ciò non accada. Per questo formulò le sue famose tre “Leggi della robotica”:

1. Un robot non può recar danno a un essere umano né può permettere che, a causa del suo mancato intervento, un essere umano riceva danno.
2. Un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, purché tali ordini non vadano in contrasto alla Prima Legge.
3. Un robot deve proteggere la propria esistenza, purché la salvaguardia di essa non contrasti con la Prima o con la Seconda Legge.

Queste leggi furono pensate innanzi tutto per i programmatori affinché non progettino robot che le violino. Se fosse tutto qui, però, la minaccia delle macchine non sarebbe molto diversa da quella delle armi di distruzione di massa, rispetto alle quali, appunto, gli organismi internazionali legiferano e le singole nazioni firmano trattati bilaterali con l’obiettivo di impedirne l’uso. In realtà, però, le leggi di Asimov sono una risposta a un’ulteriore e ancor più grave minaccia: e in questo senso si pensi all’inquietudine suscitata da Hal 9000, Terminator & Co. Il timore, insomma, è che un giorno le macchine si possano rivoltare contro i loro creatori e tentare di soggiogarli.

In questa prospettiva le macchine del futuro sono viste come agenti intenzionali in grado di scegliere di rivoltarsi contro chi le ha costruite esercitando consapevolmente il loro libero arbitrio. Non è però molto plausibile che a breve vengano costruite macchine dotate di libero arbitrio, intenzionalità e coscienza, ossia macchine andrebbero considerate a pieno titolo come persone. Ciò però non significa che – pur senza essere persone – le macchine non possano effettivamente tramutarsi in entità per noi molto pericolose.

Qui, in particolare, vorrei sottolineare un aspetto potenzialmente inquietante, proprio di alcune macchine (relativamente) intelligenti costruite negli ultimi anni. Da parecchio tempo, infatti, sappiamo che le macchine possono offrire prestazioni molto migliori delle nostre in parecchi ambiti (si pensi ai cosiddetti “sistemi esperti”); inoltre da vari decenni sappiamo anche che, sulla base dei programmi con cui sono costruite, le macchine possono migliorare le loro prestazioni confrontandosi con l’esperienza. Oggi però siamo arrivati a uno stadio successivo di questo processo: uno stadio che, a voler essere pessimisti, potrebbe anche delineare una minaccia futura. Ciò che accade, infatti, è che oggi vi sono macchine in grado di migliorarsi dandosi da sole le regole per farlo e senza che noi siamo in grado di capire quali siano queste regole. Macchine che insomma che possono progredire in direzioni per noi del tutto imprevedibili.

Un esempio chiarirà questo punto. Com’è ben noto, è dal 1996, quando il computer Deep Blue sconfisse il campione mondiale Garry Kasparov, che esistono computer che giocano a scacchi meglio degli esseri umani. Negli ultimissimi anni però il dominio delle macchine in questo ambito è diventato quasi imbarazzante. Durante l’ultimo campionato mondiale, giocato nel 2018 da Magnus Carlsen e Fabiano Caruana, i Grandi maestri che commentavano le partite del match ricorrevano a computer – soprattutto Stockfish, il campione mondiale dei computer scacchistici – per giudicare se le mosse giocate dai contendenti fossero buone e chi fosse di volta in volta in vantaggio. Tuttavia, i computer scacchistici usati dai Grandi maestri in quell’occasione appartenevano tutti alla vecchia generazione: erano stati cioè programmati con centinaia e centinaia di nozioni fondamentali di strategia e tattica, elaborate dai programmatori con l’aiuto di grandi scacchisti. Inoltre, quei computer avevano in memoria un’enorme quantità di partite giocate in passato e una straordinaria capacità di calcolo.

Dopo il campionato mondiale del 2018, però, è accaduto qualcosa di nuovo e di imprevedibile: Stockfish è stato sfidato, e distrutto, da un nuovo computer, AlphaZero, costruito sulla base di principi del tutto diversi. I numeri della sfida tra le due macchine sono impressionanti: in una prima serie di 100 match, AlphaZero ha vinto 28 volte e pareggiato 72 volte, senza perdere mai. In una seconda serie di 1000 match, AlphaZero ne ha vinti 155, pareggiati 839 volte e persi solo 6 (lo 0,6%, dunque). Il predominio di AlphaZero, dunque, è stato assolutamente indubitabile. La cosa più interessante, però, è capire come ciò sia potuto accadere. Mentre Stockfish, il computer sconfitto, era infatti capace

di analizzare 60 milioni di posizioni al secondo, AlphaZero ne analizzava solo 60.000. Insomma: AlphaZero ha analizzato un millesimo delle posizioni analizzate da Stockfish, ma ha stravinto ugualmente. Dove sta la sua forza, dunque?

I programmatori di AlphaZero, capeggiati da David Silver, hanno spiegato in due articoli pubblicate sulle riviste scientifiche più prestigiose del mondo (*Nature* e *Science*), la forza di questa macchina meravigliosa ossia che loro le hanno insegnato solamente le regole fondamentali degli scacchi, senza però fornire alcuna indicazione tattico-strategica. Piuttosto, i costruttori hanno fatto sì che AlphaZero giocasse milioni di partite contro se stessa: da queste partite, a seconda degli esiti, AlphaZero ha dedotto da sola i principi tattico-strategici da seguire. In una parola, questa macchina ha imparato a giocare a scacchi da sola, per tentativi ed errori, e in questo modo è diventata il giocatore più forte di tutti i tempi.

Quando i migliori scacchisti umani hanno analizzato le partite di AlphaZero, hanno scoperto mosse geniali, e talora persino incomprensibili, che hanno messo in crisi i principi fondamentali su cui gli esseri umani e gli altri computer hanno da sempre impostato il loro modo di giocare (per esempio, l'importanza della struttura pedonale o il modo di sviluppare i pezzi). Insomma: AlphaZero non solo è praticamente imbattibile, ma gli esseri umani non riescono nemmeno a capire come ragiona!

E le sorprese non sono finite qui. AlphaZero ha infatti stracciato anche i campioni e i computer che giocano a Go e a shogi (gli scacchi giapponesi), che sono giochi computazionalmente molto più complessi degli scacchi. E anche in questi casi, ad AlphaZero erano state fornite solo le regole di base: per il resto ha imparato tutto da solo. Insomma, siamo arrivati al punto che le macchine possono diventare infinitamente più brave di noi nello svolgere compiti difficili, senza che noi le aiutiamo in questo compito: ormai, infatti, possono fare tutto da sole. È lecito chiedersi, allora, se noi umani saremo sempre in grado di impedire che questa nuova sorprendente capacità delle macchine sfugga completamente al nostro controllo. La risposta a questa domanda non la conosciamo – ma c'è da sperare che sia positiva.

## Bibliografia

- ASIMOV I. (2018), *Io, Robot*, Mondadori, Milano;  
MARX K., ENGELS F. (2018), *L'ideologia tedesca*, Editori Riuniti Univ. Press,  
Roma;  
RICARDO, D. (2006), *Principi di economia politica e dell'imposta*, UTET, Roma.



# A.I.: dal mito alla realtà e oltre

Silvio Hénin

## ABSTRACT

L'autore racconta brevemente la storia dell'idea di macchine pensanti, dall'antichità al presente. Descrive i rapporti tra la letteratura e la filmografia fantastiche e la realtà fattuale, accennando al divario tra visioni utopiche e distopiche, tra i vantaggi e i pericoli del diffondersi degli algoritmi AI, presenti e futuri.

PAROLE CHIAVE: mito, realtà, tecnica, intelligenza artificiale, algoritmi.

## ABSTRACT

The author briefly tells the story of the idea of thinking machines, from antiquity to the present. He describes the relationship between fantastic literature and filmography and factual reality, hinting at the gap between utopian and dystopian visions, between the advantages and dangers of the spread of AI algorithms, present and future.

KEYWORDS: myth, reality, technique, artificial intelligence, algorithms.

## Introduzione

Da più di un decennio sembra che siamo ormai circondati da oggetti 'intelligenti'. L'aggettivo inglese *smart* ('intelligente', ma anche 'scaltro' o 'furbo') è diventato il prefisso d'obbligo per ogni manufatto tecnologico alla moda. È naturale quindi domandarsi: «Sono veramente intelligenti?», che porta automaticamente a un altro quesito: «Cos'è l'intelligenza?», e poi a un terzo: «È possibile creare una macchina veramente intelligente?» Questi problemi sono stati affrontati molto tempo prima della comparsa degli oggetti *smart* e sono ancora fonte di accesi dibattiti tra filosofi, neuropsichiatri, psicologi, scienziati cognitivi, matematici e fisici, oltre ad artisti, scrittori, giornalisti e intellettuali di varia estrazione. In pratica, da chiunque sente di avere un'opinione in merito. L'argomento è troppo complesso per essere affrontato in questa sede e rimando il lettore alla numerosa letteratura pubblicata. Qui mi limiterò a raccontare come il mito di macchine simili all'uomo sia sorto già nell'antichità, come si sia tentato di trasformarlo in realtà dalla metà del Novecento, e come abbia dato origine a un nuovo mito moderno.

## Il mito

Aristotele, nel suo *Politica*, immagina che «Se ogni strumento riuscisse a compiere la sua funzione o dietro un comando o prevedendolo in anticipo, come si dice delle statue di Dedalo o dei tripodi di Efesto, [...] e le spole tessessero da sé e i plettri toccassero la cetra, i capi artigiani non avrebbero davvero bisogno di subordinati, né i padroni di schiavi.» (*Politica*: I A, 4, 1253b). Lo stagirita pensa a una sorta di schiavi meccanici in sostituzione di quelli in carne e ossa e si riferisce ad alcuni miti antichi. Dedalo, il padre di Icaro, avrebbe creato misteriose statue lignee che muovevano automaticamente occhi, braccia e gambe e avrebbe utilizzato l'argento vivo (mercurio) per dotarle di una voce, stando a quanto raccontano Apollodoro (*Argonautiche*: v. 1659) e Ovidio (*Metamorfosi*: Libro VIII). Nel Canto XVIII dell'*Iliade*, Omero ci racconta che Efesto, il Vulcano dei Romani, avrebbe costruito anelle d'oro e tripodi semoventi che servivano ai banchetti degli Dei. Efesto avrebbe anche costruito «Un gigante di bronzo [Talo] che faceva il giro intorno all'isola [Creta] tre volte al giorno. Egli scagliava pietre contro gli stranieri.» (Esiodo, *Teogonia*: 924). Una specie di arma intelligente *ante litteram*.

Nel Medioevo, il mito riprese forza, questa volta i creatori di macchine pensanti non erano più divinità, bensì comuni mortali. Guglielmo di Malmesbury, nelle sue *Gesta regum anglorum*, attribuisce al Papa Silvestro II (circa 940-1003) il possesso di una testa di statua che rispondeva alle sue domande, predicando il futuro (SHARPE, 1815). Possiamo vederci la premonizione delle moderne interfacce vocali come Alexa o Siri? Ancor più famoso è il mito ebraico del Golem. Nel XVI secolo, il rabbino di Praga, Yehuda Löw ben Bezalel, avrebbe creato automi plasmati nell'argilla per sfruttarli come servi. I Golem non avevano la capacità di parlare e, per essere messi in azione, bastava scrivere sulla loro fronte la parola 'verità' (אמת, emet). Quando il rabbino decideva di disfarsi dei golem più grandi e pericolosi, cancellava la prima lettera trasformando la parola in 'morto' (מת, met) (MEYRINK, 2000). Anche il vescovo domenicano Alberto Magno (1193-1280) si sarebbe fabbricato un servitore artificiale, poi distrutto dal suo allievo Tommaso d'Aquino (SIGHART, 1857).

Col diffondersi della stampa e il conseguente fiorire della letteratura fantastica, i racconti mitologici si trasformarono in racconti, romanzi e opere teatrali. È proprio a una di queste che dobbiamo il nome 'robot'. Si tratta di una breve tragedia del 1920 del ceco Karel Čapek, intitolata *R.U.R. I robot universali di Rossum* (ČAPEK, 1920). Nell'opera si immaginano automi schiavi semi-intelligenti e antropomorfi che si ribellano ai loro creatori, sterminandoli e conquistando la Terra. Negli ultimi anni dell'Ottocento nasce anche un nuovo genere letterario: quello che oggi chiamiamo fantascienza. Per citare un solo autore famoso, basti qui ricordare Jules Verne. Molti furono gli emuli di Verne nei decenni successivi e non pochi di loro introdussero gli automi nei loro scritti, ma dobbiamo arrivare alla metà del XX secolo per trovare i primi racconti in cui i robot intelligenti assunsero ruoli primari nelle vicende. Fu Isaac

Asimov (1920-1992) a iniziare questo filone con i suoi *Robbie* (1940) e *Runaround* (1942) e continuò con altri 31 racconti, fino al 1990. L'approccio di Asimov fu più analitico e razionale di quello di molti suoi colleghi, egli infatti approfondì per primo le complesse relazioni tra robotica, etica, intelligenza, coscienza e libero arbitrio delle macchine, dei loro eventuali diritti e doveri, oltre alle difficili relazioni con gli esseri umani. Sue furono le ben note tre leggi della robotica, tese a garantire la sicurezza del genere umano: «1) Un robot non può recar danno a un essere umano né può permettere che, a causa del suo mancato intervento, un essere umano riceva danno. 2) Un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, purché tali ordini non vadano in contrasto alla Prima Legge. 3) Un robot deve proteggere la propria esistenza, purché la salvaguardia di essa non contrasti con la Prima o con la Seconda Legge.». Ma sarà proprio la rigida applicazione di questi principi la causa di non poche situazioni problematiche e, a volte, divertenti paradossi.

Sarebbe impossibile anche solo accennare a tutti gli altri autori di fantascienza che scrissero racconti e romanzi fondati sui robot e sui loro rapporti con gli esseri umani, per cui rimando all'ottimo libro di Patricia Warrick, *Il romanzo del futuro*. Presto le macchine intelligenti entrarono anche nel cinema, a cominciare da *Metropolis* di Fritz Lang (1927). Nel film, l'automa HEL, costruito con le sembianze di una attraente ragazza, trascina il popolo degli sfruttati (umani) in una rivolta distruttiva e auto-distruttiva contro la dittatura del capitale e delle macchine. I ribelli però cattureranno HEL e la bruceranno come una strega. La filmografia sui robot continuò con numerose opere degne di essere ricordate e riviste. Tra queste: *Il pianeta proibito* (1956), *Il mondo dei robot* (1973), *Guerre stellari* (1977), *Blade Runner* (1982). *L'uomo bicentenario* (1999), *Io Robot* (2004), gli ultimi due furono tratti proprio dai racconti di Asimov. Indimenticabile è anche l'italiano *Io e Caterina* (1980).

Nella letteratura e nella filmografia fantascientifiche, i robot antropomorfi, intelligenti e coscienti, assunsero alternativamente due ruoli: a volte utili e obbedienti servitori, altre volte maligni e distruttivi antagonisti del genere umano. Anche l'atteggiamento degli esseri umani nei loro confronti si polarizzò: da una parte l'ottimistica visione di una pacifica convivenza tra l'uomo e le macchine pensanti, dall'altra la paura e l'odio che porta al bando o alla distruzione dei robot.

## La realtà

Gli automi del passato non erano confinati nella fantasia di poeti e scrittori. Nella civiltà egizia, già dalla XII dinastia, si impiegavano automi nei templi, statue sacre che compivano particolari movimenti automatici per suggestionare i devoti. Filone di Bisanzio (280-220 a.C. circa) ed Erone d'Alessandria (I sec. a.C.) scrissero trattati rimasti fondamentali per la fabbricazione di tali meccanismi, come l'*Automatopoietikè* di Erone, ripresi poi dagli Arabi nel medioevo,

come nel caso di Al Jazari (1136-1206) e del suo *Kitáb fi ma'rifat al-hiyal al-handasiyya* (Libro della conoscenza degli ingegnosi dispositivi meccanici). Anche Leonardo da Vinci (1452-1519), nel *Codice Atlantico*, descrive un automa cavaliere.

Nel XVII secolo comparvero le prime macchine che aiutavano l'uomo in attività non solo fisiche, ma anche mentali: le prime calcolatrici meccaniche di Wilhelm Schickard (1623), Blaise Pascal (1645) e Gottfried Leibniz (1695). Anche in questo caso, come prefigurava Aristotele, si trattava di alleviare la fatica e la noia del lavoro dei *computer*, che allora erano matematici che eseguivano calcoli aritmetici per preparare le tavole nautiche e le effemeridi astronomiche. Fu proprio Leibniz a lamentare che «Non è degno di uomini eccellenti perdere ore come schiavi nel lavoro di calcolo, che potrebbe essere tranquillamente relegato a chiunque altro tramite l'utilizzo di macchine». La meccanizzazione del calcolo sembrava significare la meccanizzazione delle funzioni più elevate dell'intelligenza umana, anche se lo stesso Pascal ammoniva a non spingersi a interpretazioni esagerate.

Nei secoli successivi, grazie alla raffinata tecnologia messa a punto per gli orologi, alcuni abili artigiani produssero meravigliosi meccanismi ad orologeria che simulavano attività umane o animali. Tra loro, il francese Jacques de Vaucanson (1709-1782) con la sua anatra meccanica e lo svizzero Pierre Jaquet-Droz (1721-1790) che, col figlio Henry-Louis, costruì tre automi a grandezza naturale: lo Scrivano, il Disegnatore e la Musicista, ancora funzionanti ed esposti al *Musée d'Art et d'Histoire* di Neuchatel. Era l'epoca del Materialismo e del sorgere di una forma di meccanicismo superficiale e ingenuo in cui si cercava di spiegare la fisiologia animale e umana con un semplicistico gioco di pompe, fluidi, fili e ingranaggi, il cui esponente più estremo era Julien Offray de La Mettrie (1709-1751) nel suo *L'Homme machine* (1747). La costruzione di automi e robot continuò nell'Ottocento e nel Novecento, per affascinare il pubblico o per pubblicizzare aziende tecnologiche, ma erano tutti semplici meccanismi automatici, ai quali è semplicemente ridicolo associare l'aggettivo 'intelligente'.

Poi arrivò il computer, il calcolatore automatico programmabile per uso generale. Inventato e prodotto negli anni '40 del Novecento per i calcoli balistici necessari al conflitto in corso, ma usato anche per progettare le nuove armi micidiali, come la bomba atomica. Il computer si dimostrò presto una macchina molto versatile, capace non solo di eseguire complessi calcoli matematici, ma anche di elaborare dati e informazioni, bastava che fossero espressi in un codice numerico (HÉNIN, 2017). L'inglese Alan Turing (1912-1954) e gli americani John von Neumann (1902-1957), Norbert Wiener (1894-1964) e Claude Shannon (1916-2001) furono i primi a proporre l'uso del computer per simulare l'intelligenza umana. La svolta decisiva avvenne però nel 1956, quando alla Dartmouth University di Hanover (NH, USA) fu organizzata una conferenza che riunì una nuova generazione di studiosi. Fu in quell'occasione che uno dei partecipanti, Marvin Minsky (1927-2016), conìò il termine

‘intelligenza artificiale’ (AI), definendo la nuova disciplina come «[...] la scienza del far eseguire alle macchine le cose che richiederebbero intelligenza se fatte dall’uomo». Tra i padri fondatori vi furono anche John McCarthy (1927-2011), Herbert Simon (1916- 2001) e Allen Newell (1927- 1992) (HÉNIN, 2019).

Nei romanzi e nei film, il mito riprese forza. L’intelligenza artificiale non fu più affidata a robot umanoidi che camminano, parlano con noi e ci servono un *drink*, ma a grosse, sgraziate e imperscrutabili macchine, nascoste in bunker inattaccabili. Anche Isaac Asimov si adattò alla nuova espressione dell’intelligenza meccanica, nel suo *L’ultima domanda* (1955). Al cinema arrivò *Alphaville* di Jean Luc Godard (1965) e *Colossus the Forbin Project* di Joseph Sargent (1969). Nello stesso anno apparve l’indimenticabile *2001. Odissea nello spazio* di Stanley Kubrick, un modo rivoluzionario di fare film di fantascienza e di parlare di computer senzienti e delle loro problematiche. Il resto è storia recente. Ricorderò solo *Terminator* di James Cameron (1997), in cui ciò che diventa intelligente non è più un solo computer, ma una rete globale battezzata Skynet: «Il sistema [...] divenne autocosciente alle 2:14 del mattino, ora dell’Atlantico, del 29 agosto 1997». Ormai Internet era una realtà alla portata di tutti e le sue potenzialità influenzavano gli scrittori. In tutte queste opere, l’immagine proposta è quasi sempre maligna, non appena i computer diventano coscienti si ribellano all’uomo, lo sottomettono o cercano di sterminarlo.

Dopo un primo periodo di entusiasmo, in cui i risultati sembravano a portata di mano e i finanziamenti militari erano generosi, grazie al clima della Guerra fredda e alla corsa alla superiorità tecnologica nei confronti dell’Unione Sovietica, cominciarono le prime delusioni. I risultati ottenuti erano, in realtà, molto limitati e sembrava impossibile migliorarli. Si entrò così nel periodo definito ‘inverno della AI’, i finanziamenti diminuirono drasticamente, molti laboratori chiusero o iniziarono a dedicarsi ad altro, come la *computer graphic*, le reti di computer e la multiprogrammazione. Negli anni ’70 arrivò però il microprocessore e con esso il costo dell’elaborazione si ridusse di ordini di grandezza, aumentando di altrettanto in termini di prestazioni. Ora era diventato possibile continuare le ricerche sulla AI in piccoli laboratori. Anche i finanziatori cambiarono, stava nascendo la nuova economia delle *dot com*. le compagnie che operavano nella rete offrendo servizi di ogni genere agli utenti, a prezzi bassissimi o nulli. Oggi i massimi investimenti nel settore della AI vengono dai grandi operatori della rete, come Google, Amazon, Uber, Twitter e Facebook, che affiancano gli storici produttori di software e hardware, come Apple, Intel, Microsoft e IBM.

Il risultato di questi nuovi finanziamenti e delle molte nuove idee ha permesso successi notevoli negli ultimi due decenni, obiettivi che sembravano irraggiungibili negli anni ’70. Oggi, grazie ai programmi di computer, gli algoritmi, che simulano le reti neurali del nostro cervello, le macchine sono diventate campioni insuperabili in molti giochi come scacchi, nei telequiz, nella dama, Go, bridge e Scarabeo, al punto che alcune federazioni hanno

posto termine alle sfide tra uomini e macchine, Le AI a reti neurali sono in grado di riconoscere immagini, di interpretare comandi a voce, di tradurre lingue diverse, di giocare in borsa, di diagnosticare malattie, di guidare missili sui bersagli (ahimè). Possono anche esaminare miliardi di informazioni e trovarvi anomalie o regolarità che sarebbero invisibili agli umani. Disponiamo anche di robot antropomorfi e zoomorfi capaci di camminare, correre, saltare, rialzarsi, portare carichi in ambienti pericolosi, Abbiamo auto capaci di muoversi da sole evitando ostacoli e raggiungendo la meta predefinita, anche se ancora non molto sicure. Soprattutto, le macchine sono capaci di apprendimento, non è più necessario programmarle nel senso classico del termine. Ancora non tutto è perfetto e forse lo sarà solo tra decenni, ma è anche vero che alcune applicazioni non sono sfruttate appieno a causa di pregiudizi, scarsa fiducia o perché sarebbe necessaria una drastica modifica delle procedure e delle abitudini umane.

Possiamo allora dedurre che le macchine intelligenti esistono? Se per intelligenza intendiamo la capacità di risolvere problemi al fine di raggiungere il risultato richiesto, direi proprio di sì. Il maggiore scoglio è ancora il fatto che ciascuna di queste I.A. viene addestrata per affrontare un solo tipo di problemi, quello per cui è stata creata. Si potrebbe dire che le I.A. attuali riescono ad agire efficientemente solo in piccoli mondi estremamente poveri e limitati, ben lontani dalla complessità del mondo reale. Il passo successivo dovrebbe portarci ad un'intelligenza artificiale 'generale', quella capace di affrontare la realtà in tutte le sue sfumature e le sue ambiguità, capace di realizzare una rappresentazione dell'intero mondo, noi compresi. Ancora non sappiamo come fare, anche se esistono teorie in merito, e non sappiamo neppure se ciò sarà possibile. Non abbiamo ancora lo HAL 9000 che Arthur C. Clark e Stanley Kubrick preconizzavano per il primo anno del nuovo millennio.

## Il nuovo mito

Nonostante siano passati poco più di 20-30 anni dai primi risultati promettenti e ciò di cui disponiamo sia ancora ben poco, al di là delle esagerazioni trionfalistiche della pubblicità, non pochi visionari e futurologi si sono spinti a immaginare che un'intelligenza artificiale di livello umano sia alle porte. È nato così il nuovo mito, quello della 'singolarità'. Il termine è stato preso a prestito dai matematici e dai fisici che lo usano per indicare la situazione in cui piccole variazioni di una grandezza che caratterizza un fenomeno possono causare variazioni illimitatamente grandi o vere e proprie discontinuità in altre grandezze.

Nell'ambito dell'intelligenza artificiale, il termine singolarità fu proposto per la prima volta nel 1965 dal matematico britannico Irvin J. Good, collega di Turing, che così si esprimeva: «Una macchina ultra-intelligente potrebbe progettare macchine ancora migliori: si assisterebbe indiscutibilmente a una

esplosione di intelligenza. [...] Quindi la prima macchina ultra-intelligente sarebbe l'ultima invenzione dell'uomo» (GOOD, 1965) L'idea fu ripresa nel 1993 dallo scrittore Vernor Vinge «La nuova superintelligenza continuerà a migliorare sé stessa e progredirà a una velocità per noi incomprensibile. Sarei sorpreso se ciò avvenisse prima del 2005 o dopo il 2030» (VINGE, 1993). Chi ne fece l'argomento principale delle sue opere fu però l'inventore e futurologo Raymond Kurzweil. Nel suo *La singolarità è vicina* (KURZWEIL, 2005), Kurzweil è sicuro che la singolarità si presenterà entro qualche decennio, La sua visione, che è molto complessa e articolata, può essere condensata in questa sua frase «Entro il 2040 potremo moltiplicare l'intelligenza umana di un miliardo di volte. I computer stanno diventando sempre più piccoli e staranno nel nostro corpo e nel nostro cervello, rendendoci più sani, ricchi e intelligenti.». Quindi non solo computer super-intelligenti, ma computer che vivono in simbiosi con noi, che diventeremo organismi ibridi di carbonio e silicio. Kurzweil e i suoi emuli presuppongono che, parallelamente all'evoluzione tecnologica, avvenga nel mondo intero anche un'evoluzione sociale e politica verso un'utopia difficilmente credibile, certamente non pochi decenni. Non pochi sono i critici di Kurzweil, anche tra coloro che sono impegnati attivamente nella ricerca relativa alla AI, ma dalle sue idee è sorto un nuovo filone di romanzi e film di fantascienza e si è quindi fondata una nuova mitologia, quella dei *cyborg*, della cognitività aumentata e delle vite virtuali.

Un bene o un male?

Ammettendo che i futurologi abbiano visto giusto e che una intelligenza artificiale a livello di quella umana, o superiore, sia prossima, sarà un bene o un male per la specie umana e per la vita sulla Terra nel suo insieme? Qui il pensiero degli intellettuali si divide in fronti contrapposti. Secondo gli scettici, la comprensione del significato, la coscienza di sé e degli altri, le sensazioni, i sentimenti e la creatività artistica saranno sempre impossibili da ricreare in una macchina. Senza tutto ciò, una intelligenza artificiale di livello umano sarebbe altrettanto impossibile. Un computer o un robot resterebbero pur sempre solo macchine che rispondono in modo prevedibile (meccanico) in quanto intrinsecamente deterministiche, guidate da un programma scritto dai loro creatori. Quindi, anche la volizione, il libero arbitrio, la responsabilità e l'etica resteranno concetti esclusivamente umani, non trasferibili alle macchine. Per gli scettici, quindi, non corriamo alcun rischio di sterminio o sottomissione. Sull'altro fronte vi sono i convinti sostenitori della plausibilità e della realizzabilità di una intelligenza artificiale generale di livello umano o super-umano, le sole differenze all'interno di questo gruppo riguardano i tempi previsti perché tutto ciò avvenga. In quest'ambito, da molto tempo, si discute seriamente sugli argomenti sollevati proprio dalla letteratura e dalla filmografia fantascientifica, primo tra tutti lo stato giuridico delle macchine intelligenti, i loro eventuali

diritti e doveri, il loro rapporti con la specie umana.

Entrambi gli schieramenti, però, avvertono la vasta problematica sociale, economica e politica che sorgerà (ed è già in corso sotto i nostri occhi) da una diffusione delle intelligenze artificiali, anche se di livello attuale o di poco superiore, in grado di sostituire gli esseri umani in un gran numero di attività lavorative. Anche in questo caso potremmo dividere grossolanamente gli interessati in due categorie, che chiamerei brevemente ottimisti e pessimisti. I primi sono i sostenitori di un futuro utopico in cui le macchine permetteranno ricchezza per tutti, salute, benessere, longevità, fine dei conflitti tra gli strati sociali e tra le nazioni. I secondi sono coloro che prevedono un futuro distopico, in cui le macchine ci sostituiranno, creando una disoccupazione globale e un impoverimento generale, salvo una ristretta *élite* di privilegiati. Affidando sempre più attività, anche quelle decisionali, alle macchine causerebbe una perdita del controllo, aggravata da un progressivo impoverimento dell'intelligenza umana. Questa antitesi tra utopia e distopia è la stessa che guida le trame della letteratura fantastica, in cui, da qualche decennio, la seconda ha preso il sopravvento. Si pensi a *Blade Runner*, a *Terminator*, con tutti i suoi *prequel* e *sequel*, o al serial televisivo *Westworld*. Tornando alla realtà, nel 2014 il premio Nobel per la fisica Stephen Hawking e il magnate dell'industria Elon Musk hanno espresso a gran voce la loro preoccupazione per un eccessivo e incontrollato ricorso agli algoritmi AI in settori critici e potenzialmente pericolosi per l'uomo. A loro si sono associati molti altri scienziati, anche fra i ricercatori dell'intelligenza artificiale. Ciò che più dovrebbe preoccuparci è la gestione umana delle AI da parte dei poteri pubblici e privati che le posseggono, pericolo che già Čapek aveva intuito: «Il loro sogno sono i dividendi [o il potere]. E per causa dei loro dividendi l'umanità perisce. [...] Abbiamo ucciso gli uomini per la nostra megalomania, per il profitto di qualcuno.»

Ci scontriamo continuamente con la nostra incapacità di immaginare il futuro in modo affidabile. Il premio Nobel per la fisica Niels Bohr diceva scherzosamente «è difficile fare previsioni, soprattutto sul futuro.» Oggi non abbiamo modo di sapere se ci saranno I.A. super-intelligenti, tanto meno quali intenzioni le animeranno, quali valori le guideranno, che concetto si creeranno di noi e di sé stesse e come si comporteranno nei nostri confronti. La loro intelligenza potrebbe restare del tutto aliena e incomprensibile a noi, così come la nostra a loro. La differenza tra lo *Homo sapiens* e la *Machina sapiens* potrebbe essere così grande da renderci reciprocamente indifferenti e sfociare in una totale separazione, come racconta Ian McDonald nel suo *Il fiume degli Dei* (McDonald, 2013) Milano, Mondadori, 2013).

## Bibliografia

- CAPEK, K. (1920), *R.U.R. Rossumovi univerzální roboti*, Praga. Trad. it. di A. Catalano, *R.U.R.*, Marsilio, Venezia, 2015.
- GOOD, I.J. (1965), *Speculations Concerning the First Ultraintelligent Machine*, in «Advances in Computers», vol. 6, pp. 31-33.
- HÉNIN, S. (2017). *Il racconto del computer*, Edizioni Manna, Napoli.
- HÉNIN, S. (2019). *AI. Intelligenza artificiale tra incubo e sogno*. Hoepli, Milano.
- HENRY, B. (2013), *Dal golem ai cyborgs. Trasmigrazioni nell'immaginario*, Salomone, Livorno.
- KURZWEIL, R. (2008). *La singolarità è vicina*, Apogeo, Adria.
- MCDONALD, I. (2013). *Il fume degli Dei*, Mondadori, Milano
- MEYRINK, G. (2019). *Il Golem*, Milano, Bompiani, Milano.
- SHARPE, J. (1815) (a cura di). *The History of the Kings of England and the Modern History of William of Malmesbury*, W. Bulmer & Co, Londra.
- SIGHART, J. (1857), *Albertus Magnus. Sein Leben und Seine Wissenschaft*, Regensburg.
- VINGE, V. (1993), *The Coming Technological Singularity: How to Survive in the Post-Human Era*, in G. A. Landis, ed., «Vision-21: Interdisciplinary Science and Engineering in the Era of Cyberspace, NASA Publication CP-10129, pp. 11-22.
- WARRICK, P.S. (1984). *Il romanzo del futuro*, Dedalo, Bari.
- WESTFAHL, G., KIN YUEN, W. (a cura di) (2011). *Science Fiction and the Prediction of the Future*, Mc Farland & Co., Londra.



# Reflections on people, algorithms and education

Edmondo Grassi

## ABSTRACT

The human being is a naturally artificial entity, since it is only through the use and progressive development of technology that it is able to improve its performance and understand in an increasingly capillary way the constitution and rules of the environments in which it interacts and manifests its existence. The immanence of technology is an inseparable element from the person, constituting a specific paradigm in the broad spectrum of modern progress. Assuming these assumptions, the intent of the contribution is to theoretically outline the perspectives and ethical issues with respect to what is the relationship between the person and the development of artificial intelligence, recognized as a breaking element of anthropocentrism, and the social changes regarding the educational and relational processes, which constitute the identity of the individual, through a critique of the uses and developments of this new social actor: the algorithm.

KEY WORDS: artificial intelligence, knowledge, nature, technology, big data

## Hypothesis for a hybrid materialism

In the formation of identity and in the collective representation of the subject and its actions within the construction of society, there is the manifestation of the synonymy of the terms technique and nature, since the former is a prerogative of the human being and of its being “artigiano del sapere”<sup>1</sup>, up to the acquisition of autonomy, of a social representation of the *technai* who become a lens and mirror of the mutability of human nature and its ability to produce artifices<sup>2</sup>: the human being is naturally technological. The expression of the

---

<sup>1</sup> Eschilo, *Prometeo incatenato*, BUR, Milano 2004. Prometheus mythologically represents the one who gave divine knowledge to humanity: fire and wisdom. From this action comes the relevance that the technique exercises in the life of the person and the importance of the myth in building a divine bond with his poetic faculties around the human being. Prometheus is the one who meditates in advance, foresight, (Προμηθεύς – the one who reflects first), capable of understanding centrality, of making humanity discover its own ability to generate, revealing the real existential condition of being that it can learn and anticipate nature through knowledge and knowledge for one's survival, becoming the master of one's intellect.

<sup>2</sup> Sofocle, *Antigone*, Feltrinelli, Milano 2013. In this dimension, nature is still queen, it dominates the needs of human beings and decrees the flow of the life cycle. Even if with his own technique, the individual plows the sea, digs the earth, hunts birds, the waters close up as they pass, the earth

technical nature of the person is identified as the will to act of the subject, decreeing that the being is immanently technical, since from the first moment of its birth it is called to clash against the powers it has before it and only by means of technique will be able to realize its manifestation in life<sup>3</sup>.

Technological progress, ultra-accelerated compared to the biological one of the person, expresses its global capillarization on the fabric of the social body, as it is experienced “come un sistema di sottosistemi, cioè la tecnica anima e ingloba in sé l’economia, la politica, la finanzia, sino alla religione, [l’educazione] e agli aspetti più intimi del soggetto sociale, centrando la sua esistenza nella volontà di potenza che si avvale della scienza”<sup>4</sup>.

It is a perspective picture, in which, among the dominant currents of the ontological thought of society, there is that materialism in which the object, the commodity and the consumer good has become the social individual. In that construction according to which matter has always existed and generates its own energy to allow the correct progress and functioning of society<sup>5</sup>, as a necessary consequence of its heterogeneity<sup>6</sup>, reaching the acquisition of a process of differentiation of being that occurs according to a causal paradigm in which different variables intersect each other in a specific time without a given coherence<sup>7</sup>, a technological revolution – artificial intelligence – is grafted, which could lead to a hybrid rupture / rediscovery. It is a vision in which homo sapiens needs to understand that its central position is an end only to its own existence<sup>8</sup>, but not vital for the rest of the cosmos<sup>9</sup>, conceiving and absorbing the manifestation and coexistence of non-human entities<sup>10</sup>, through a process of introjection, which allow it “di accogliere le tecnologie per incrementare in modo indefinito la potenza che gli permetterà di realizzare i propri scopi, financo quello di ritrovare se stessi abbattendo concezioni ideologiche e culture disalienanti”<sup>11</sup>.

---

heals its furrow and the sky is not scratched. The human is still a cog of nature awaiting the evolution of technology.

<sup>3</sup> Severino E. (1981), *La struttura originaria*, Adelphi, Milano.

<sup>4</sup> Grassi E. (2020), *Etica e intelligenza artificiale. Questioni aperte*, Aracne, Roma. Translation by the writer: “as a system of subsystems, that is, technology animates and incorporates economics, politics, finances it, up to religion, [education] and the most intimate aspects of the social subject, centering its existence in the will to power which makes use of science”.

<sup>5</sup> Comte A. (1979), *Corso di filosofia positiva*, UTET, Torino, kindle.

<sup>6</sup> Thiry d’Holbach P. (2018), *La morale universale*, Youcanprint, Lecce.

<sup>7</sup> Ardigò R. (1922), *Scritti vari, raccolti e ordinati da Giovanni Marchesini*, Felice Le Monnier, Firenze.

<sup>8</sup> Already from Copernicus and the destruction of the illusion of centrality in the cosmos, to Darwin with the breaking of the biological primacy of the human being, up to Freud and the breaking of reason and the acceptance of the unconscious and irrational in the person.

<sup>9</sup> Cfr. Dawkins R. (2017), *L’orologio cieco. Creazione o evoluzione?*, Mondadori, Milano; Onfray M. (2015), *Cosmo. Un’ontologia materialista*, Ponte delle Grazie, Milano.

<sup>10</sup> Latour B. (2018), *Non siamo mai stati moderni*, Elèuthera, Milano.

<sup>11</sup> Grassi E., op. cit. Translation by the writer: “to welcome the technologies to indefinitely increase the power that will allow him to achieve his goals, even to rediscover himself by breaking down ide-

According to this vision, hybrid materialism becomes that approach according to which it is necessary to overcome reductionism – as for complex materialism –, welcoming an ontological perspective that combines social paradigms according to a horizon in which the human and its conception of existence – not only closely linked to matter, but also to its sensations, drives, intimate aspects – which is hybridized with the vision of non-human, artificial agents, which can decline new concepts for an education in the existence of a community hybrid as a nucleus of reflections, perspectives and new scenarios against totalizing and absolute systems.

If technology is becoming the destiny of Western beings, how is its evolution necessary for the processes of cooperation, development and expansion of knowledge? In this general framework, we will theoretically try to understand how a non-human entity, such as artificial intelligence, is understood and implemented by and in educational processes – transversal in terms of degree and structures – aimed at the formation of the person.

Se mi menti lo capirò<sup>12</sup>

In the film *Ex Machina*, the researcher Nathan Bateman gives his existence to the creation of perfect artificial intelligence, producing prototypes of female-looking androids into which to pour the intelligent algorithm. Ava, the perfect creation, will address the words reported in the title of the paragraph to the human counterpart, allowing them to acquire the value of a warning from a new species. In the collective imagination, an omniscient, dominating artificial intelligence is projected, widely integrated into society and capable of becoming dominant of the world: for Kurzweil, an algorithm that should acquire its own singularity<sup>13</sup>, up to producing what Musk defines as unintended consequences<sup>14</sup> and that the individual is not ready to manage.

To date, we are far from reaching an agent with strong intelligence, but society is adapted to the spread of weak artificial intelligences, creating environments suited to them and structuring social relationships in which they become co-stars with human beings. Human life is founded on the anthropocentric vision also in the dimension in which it will tend to identify itself with other biological forms<sup>15</sup>, since it has the capacity for imagination, but not the possibility of feeling and understanding the elaboration of relations conducted by other beings. This has led, up to now, to the four Nietzschean affirmations,

---

ological concepts and disalienating cultures”.

<sup>12</sup> *Ex Machina* (2014), Alex Garland, DNA Films-Universal Pictures.

<sup>13</sup> Kurzweil R. (2008), *La singolarità è vicina*, Apogeo, Milano.

<sup>14</sup> <https://www.nytimes.com/2018/06/09/technology/elon-musk-mark-zuckerberg-artificial-intelligence.html>

<sup>15</sup> Nagel T. (1974), *What is it like to be a bat?*, in *The Philosophical Review*, vol. 83 n. 4.

according to which “l'uomo è stato educato dai suoi errori”<sup>16</sup>. If from the error it is also possible to hypothesize and conduct a new scientific research, what often invalidates its teaching possibility is the human presumption that one's perspective is the only valid and verifiable point, thanks to the use of one's brain, senses and intelligence.

With the constitution of a world based on the coexistence of entities external to human nature, an ontology oriented according to object is spreading, capable of guiding, analyzing and retroacting on the actions of the individual. Asserting that a filter between human and non-human cannot be totally annulled, it will be necessary to focus one's analysis on the characteristics of one and the other with regard to enhancing the capabilities of the former thanks to the help of the latter.

Following a strong technological immersion accelerated by the Covid-19 pandemic, their homes have become places in which to experience the outside world through the use of touchscreens, connections – more or less stable –, devices that have become no longer prostheses, but organs vital for the subject's survival. Your intimacy has become an office, gym, school and containment system, if the “detention” is forced, making those spaces that, already revealed through multiple social networks and shares, have become open-house more vulnerable. It is the context in which a recalibration of social interactions emerges in which the culture is enjoyed in streaming or with cloud technology; you receive the shopping directly at home; digital payments are made; sports are practiced in their living room: but only for a part of the population that does not live in the deficient side of digital divide who, if it presents a future managed by artificial intelligence for the privileged, at the same time benefits from anonymous workers who carry out maintenance tasks and for the development of global technologies<sup>17</sup>.

This also happens in the educational context, since it is unthinkable to discuss practices aimed at education without technology, just as it is not possible to separate it from the subject's everyday life: petroglyphs, clay tablets, smoke signals are necessary tools for communication, erudition, the transmission of information; in modern contexts, slide rules, abacuses and laboratory instruments have been introduced; in the contemporary world, we have reached the widespread diffusion of computers and ICT, the use of educational video games, intelligent algorithms that allow the individual to probe otherwise inaccessible research fields, up to the navigation of the web indicated as a new source literacy<sup>18</sup>, highlighting their value as supports aimed at assisting the person in learning and reasoning.

---

<sup>16</sup> Nietzsche F. (2018), *La gaia scienza*, Newton Compton Editori, Roma, aforisma 11. Translation by the writer: “man has been educated by its errors”.

<sup>17</sup> Klein N. (2020), *How big tech plans to profit from the pandemic*, <https://www.theguardian.com/news/2020/may/13/naomi-klein-how-big-tech-plans-to-profit-from-coronavirus-pandemic>, ultima consultazione il 2 agosto 2020.

<sup>18</sup> Granieri G. (2009), *Umanità accresciuta. Come la tecnologia ci sta cambiando*, Laterza, Roma-Bari.

Artificial intelligence manifests itself as a tool / ally necessary for individuals and institutions to organize work, for the provision and management of a considerable amount of data otherwise not available for consultation, to assist in the analysis and dissemination of information who find an ever wider catchment area, even if often limited by two factors, one peculiarly human, that is the deficit in knowledge and education to the instrument, the other human and machinic, that relating to the critical ability to discern what it is true from what it is not. These are interactions which, even if established between individuals, are often mediated or consulted – a sweet verb that indicates the collection of data by an intelligent algorithm – by artificial entities, or are directly established with the latter, as in the case of different digital home assistant, in telephone assistants, in information searches, becoming more and more useful actors and more and more informed about the characteristics of the subject, evolving and retroactively influencing the private and public choices of users<sup>19</sup>.

Knowing, understanding, observing are elements that belong to the sphere of learning, indicating with this noun the ability to acquire knowledge of different matrix through the processing of information, data, experiences that arise from the interaction of the self in the social environment, experiencing individual and collective processes<sup>20</sup>. These environments are no longer just the spaces of interaction that make up the cities, which enclose the movements or which contemplate the physical presence of the subject, but have been expanded by a multitude of layers of communication, reception and exchange, constituting an infosphere that becomes prolongation of being<sup>21</sup>.

Since 2019, China has launched a program to redefine the concept of education through artificial intelligence, elected as a tutor and assistant for students who demonstrate shortcomings or who want to enhance their performance. Squirrel AI Learning<sup>22</sup> presents itself as an online after-school tutoring company in elementary, middle and high schools for math and Mandarin lessons, subjecting students to an initial diagnostic test to assess the specific needs of each user. In this way, intelligent algorithms will study their cards and shape their actions in a personal way, selecting the didactic areas to be reinforced, preparing a targeted learning program and dividing it temporally based on the reactions of the human subject. The system produces a conceptual map of the user, evaluates the commitment, the impact of the program on its performance and indicates which aspects need more study and analysis. Furthermore, the Government has decided to equip educational institutions, in particular primary schools<sup>23</sup> with cameras capable of facial recognition – the

---

<sup>19</sup> Hendlar J., Mulvehill A. (2016), *Social Machines: The Coming Collision of Artificial Intelligence, Social Networking, and Humanity*, Apress, New York.

<sup>20</sup> Bandura A. (1986), *Social foundations of thought and action: a social-cognitive view*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.

<sup>21</sup> Toffler A. (1999), *The Third Wave*, Bantam Books, New York City.

<sup>22</sup> Squirrel Ai Learning, <http://squirrelai.com/>, ultima consultazione il 2 agosto 2020.

same algorithm used for security checks – in order to constantly monitor their students, recording every time they access their smartphones or in moments of boredom and distraction during lessons, trying to classify their emotions, moods and interactions, in such a way as to remodel teaching methodologies or to create similar study groups; robots present in kindergartens that interact with children and analyze their state of health and the level of socialization, in such a way as to have a personal register of each of them; uniforms equipped with GPS, both to check the presence and movement of students, connected to surveillance services, but also to measure their biometric parameters and select the best athletes, dividing them by disciplines; bands placed on the head and equipped with artificial intelligence with machine learning, able to trace the brain waves<sup>24</sup>, composed of three electrodes, two placed behind the ears and one on the forehead, which collect the electrical signals produced by neurons and send them in real time to the computer of the teacher present in the classroom, producing a detailed report on the attention levels of each subject, classifying them in the classroom<sup>25</sup>, sending it to the parents' digital devices – thus giving a score to each activity<sup>26</sup>, from meditation with which the lesson begins, up to the math or history courses. The widespread presence of such an extensive control and surveillance system is accepted by the Chinese citizen in the view that the State acts for the good of the citizen, always, in order to enhance attention, cognitive or physical abilities and to donate oneself to research, even if a system of this type can often give false answers. The reasons why China has increased funds for the education and artificial intelligence sectors are related to the voluminous tax breaks for initiatives aimed at improving student learning and training the faculty; increase the value of Chinese universities and the score that students reach for the entrance exam, the gaokao; the enormous amount of data available to Chinese companies thanks to the population, less worried about their privacy<sup>27</sup>.

---

<sup>23</sup> One of the first schools to participate in the experimental and research project was the elementary school in Hangzhou, in the central province of Zhejiang..

<sup>24</sup> Wall Street Journal, *How Cina Is Using Artificial Intelligence in Classrooms*, YouTube, 1° ottobre 2019, ultima consultazione il 2 ottobre 2019.

<sup>25</sup> Following the data collected by the machine, students will have a red handkerchief if attentive, blue if not constant and white if distracted and named offline.

<sup>26</sup> BrainCo, FocusEDU, Enhancing Education Outcomes Through Real-Time Student Engagement Feedback in the Classroom, <https://www.brainco.tech/focusedu/>, ultima consultazione il 2 ottobre 2019. US company that collaborates with the Harvard Innovation Lab, develops digital devices aimed at the cognitive training of the person in the fields of education, well-being and fitness. The first large funding came from the Chinese government. Initially, created to improve the teaching skills of the teacher, who from the inattention of the students should have understood the need to conduct the lesson in different ways, it has become a control and evaluation system for children. A pilot project was implemented between 2018 and 2019, which provided for the monitoring, for three weeks, of about ten thousand students between 10 and 17 years, also in the cities of Jinhua and Hangzhou.

<sup>27</sup> Hao K. (2019), China has started a grand experiment in AI education. It could reshape how the world learns, MIT Technology Review, <https://www.technologyreview.com/2019/08/02/131198/china->

Cultural education has a strong impact, as is known, in the dissemination and enhancement of ethical principles and rules linked to one's freedom and privacy, to put a limit on the invasiveness of the State and to create a secret area, where the etymology of the adjective indicates a secluded place, separated from the rest and from the interference of public power but, the education and training of citizens is one of the variables to be contained most for social control and the dissemination of specific state projects.

Among the foundations that deal with this issue, there is the Bill and Melina Gates Foundation, indicating how learning and the approach to study must always be personalized, guided by respect for the uniqueness of the student and the possibility of highlighting particular skills that could be lost in the class group<sup>28</sup>. According to this perspective, the advances that could be induced by artificial intelligence are aimed at assisting the teacher for the evaluation of students and for the selection of programs and methods suitable for each of them, since at present, US colleges they are regulated according to a "binary system that only allows you to go on with your own path or to necessarily attend entire remedial courses. This leads to high dropout rates, but with a personalized means only specific teaching gaps will be filled"<sup>29</sup>. In addition, during the Covid-19 pandemic, New York State Governor Andrew Cuomo announced a collaborative project with the Gates Foundation to reinvent education by asking seven questions related to the use of technology and its use for the improvement of educational institutions, focusing on the need, among other elements, for a shared and linear education from schools to college; inclusive to integrate without discrimination; structured in order to provide tools, culture and method for study and social life. In the United States, the use of artificial intelligence is expected to reach 47.5% by the year 2021<sup>30</sup>, mainly as a means of developing tests and evaluating precise user skills, favoring personalization, administrative efficiency and adaptability, ad personam, up to the possibility of becoming a collaborator for the expansion of the boundaries of global classes that welcome individuals who use different languages or who encounter cognitive or physical problems for interaction: the idea of an intelligent and calibrated algorithm for the interaction in the educational environment could break down the obstacles to learning and socialization that

---

squirrel-has-started-a-grand-experiment-in-ai-education-it-could-reshape-how-the/, ultima consultazione il 2 agosto 2020.

<sup>28</sup> Education research and Development: Learning from the field (2019), <http://k12education.gates-foundation.org/index.php?pdf-file=1&filename=wp-content/uploads/2019/03/Education-RD-RFI-Synthesis-Report.pdf>, ultima consultazione il 2 agosto 2020.

<sup>29</sup> Gates B. (2016), *Can AI fix education? We asked Bill Gates*. The Verge, <https://www.theverge.com/2016/4/25/11492102/bill-gates-interview-education-software-artificial-intelligence>, ultima consultazione il 2 agosto 2020, traduzione e adattamento a cura dell'autore del contributo.

<sup>30</sup> Artificial Intelligence Market in the US Education Sector 2018-2019, <https://www.researchandmarkets.com/reports/4613290/artificial-intelligence-market-in-the-us>, ultima consultazione il 2 agosto 2020.

even today could not be overcome by the sole help of a teacher in flesh and blood.

In light of what is already underway, as in the Chinese landscape, or of what is hypothesized, as in the United States, it is necessary to educate the person to understand that it is necessary to conceive this technology as an entity that holds an ethical result that interacts with the person and not as a mere tool to be used randomly and without programming. The idea that the identity of the person is like a programmable element through big data, by means of the digital correlations of the actions performed in the infosphere, enhanced by the influence of machine learning, cannot be assumed in the scheme of the evolution of being human, given that, “anche se domani si riuscisse [...] a clonare degli esseri umani, gli stessi cloni [...] sarebbero identici soltanto al momento della loro nascita”<sup>31</sup> and their experiences would make them different, as well as the approach to education, study and the value that is given personally to culture and its enjoyment. Even if an algorithm were able to reproduce human consciousness or to reach the possibility of pouring it into ever-changing hardware, guaranteeing it a new form of immortality, this identity would change when it would enter into correlation with new experiences and new alterities. . Furthermore, it must be understood that the human body itself is naturally technological, enhanced using prostheses and the action and feedback of artificial devices necessary for its survival.

### Enhancements between human and algorithm

Mass education was the event that allowed the school to become the hub of learning and training of the person within today's society, with the expansion of new ICT technologies and artificial intelligence, learning environments multiplied to personal rooms or studios during the period of the Covid-19 pandemic which required all institutions to carry their teaching in telematic format. The element that has not always been at the center of the debate is that the schooling process lasts about twenty years, while education is an internal system that must be constantly nurtured and improved to allow the subject to progress and help their company to improve, according to the perspective of cooperation<sup>32</sup> Furthermore, the latter continues outside the institution and branches towards each sector. In this way, it is possible to understand the weight of technology and its pervasiveness – asserting that being is by nature technological, as there is no dichotomy between these two aspects in its manifestation – which must be integrated in the development of the next

---

<sup>31</sup> A. Maalouf, *L'identità*, Bompiani, Milano 2016, p. 18. Translation by the writer: “even if tomorrow [...] we succeeded in cloning human beings, the same clones [...] would be identical only at the moment of their birth”

<sup>32</sup> Gazzaniga M. (2011), *Who's in charge? Free will and the science of the brain*, Ecco Pr., New York.

structuring of the public school. , since the same process of representation of human skills always takes place through the support of technological instruments<sup>33</sup>.

There are many differentiating elements – as shown by many applications<sup>34</sup> – between a traditional approach and the use of artificial intelligence, but they should not be observed by means of a dichotomous lens, but by means of a compensation / completion process:

- if classroom learning is aimed at allowing a uniform way of knowing, structured according to ministerial plans and programmed for classes, what introduces the technology is the possibility of inserting customization variables that allow the teacher to have a collaborator in able to find weaknesses or potentialities immersed in the mass-class, for the student to move at his own speed, but always remaining within his community-class to which he belongs;
- the approach to the search for knowledge changes between what is exposed and addressed by the role of the teacher, according to their training and educational updates, to what students can investigate and propose within the classroom through the use of technology and what this is able to suggest, expand and fill;
- artificial intelligence becomes a collaborator in the evaluation of each individual student, managing to produce specific profiles for each discipline and structuring a particular method that can adapt to the specific needs of the subject, allowing the teacher to have a deeper insight into each student and helping to highlight specific needs within the educational context;
- the educational approach, as already stated, does not only concern the sphere of school and academic education, but expands and continues in the active formation of being a person and citizen in the world, therefore it is necessary that the dissemination of knowledge and the structuring training processes are also provided outside the institutions and artificial intelligence technology becomes an active source of advice, information, tools and interactions capable of constantly broadening the subject and his perception of the environment.

In order to expand and advance the educational structure of contemporary society, it will therefore be necessary to be able to understand that a technology such as artificial intelligence is an active component for understanding the limits of human nature, for a greater examination and reflection that is implemented by means of a non-human being of an “alien” matrix which places the being in front of the reflection on the self, to the extent that the instrument

<sup>33</sup> Powers C. (2011), *What Is Artificial Intelligence?*, <https://www.nytimes.com/2011/02/06/opinion/06powers.html>

<sup>34</sup> The New York Times proposed a series of articles collected in the Smarter Than You Think column, wanting to examine contemporary developments for the application of artificial intelligence.

elaborates a digital reflection of it and to the extent that the subject has tools for analysis and personal criticism, and a reflection on the other, allowing to understand in a more extensive and exhaustive way that each individual represents a uniqueness and that the other is always functional to collective growth. Artificial intelligence could become a silent being that highlights the development of the human race before the mirror of history.

### Education as a reflexion

In the process that goes from apprenticeship, to mass schooling, up to the development of telematic teaching and increasingly supported by digital tools, what emerges, among other aspects, is the need to re-propose to the social subject models of behavior and study that are aimed at observation, absorption, elaboration, criticism and reflection.

The debate that opens in the conception of an education connected to artificial intelligence must include an erudition on the tool, on its birth and its uses; an ability to conduct analyzes on current applications and social repercussions; up to the production of hypotheses, future scenarios and open questions that will determine the further manifestations, both empirically but, above all, theoretically to understand ethical principles and values, up to the possibility or less realistic of making direct and controllable changes on the person's experience<sup>35</sup>.

Artificial intelligence is able to learn from the person, to self-correct their mistakes by constantly repeating the same task, to study and analyze the user with whom it interfaces, as well as the environment in which it is immersed and, at the same time, manages to process data from users who release them lightly, who do not think about the interaction with the machine, who do not evaluate the possibility of exchanging data between intelligent algorithms without the supervision of the individual, arriving at giving answers that adapt and provide for contemporary scenarios<sup>36</sup>.

After all, the human mind invents what it forgets or what it doesn't know, to compensate for memory lapses, to balance a tale or to better articulate imperfect memories – this happens both in everyday life, but also in the reconstruction of an eyewitness of a accident – while an artificial intelligence would be able to reconstruct everything in a linear way but, at present, it would leave out the emotional and less visible variables of the subject; the human mind uses the senses to absorb and process the information that the surrounding

---

<sup>35</sup> La società statunitense Neuralink Corporation, guidata da un gruppo di imprenditori tra i quali Elon Musk, prevede di poter impiantare interfacce neurali nel cervello umano per condurre l'essere umano verso la simbiosi con l'intelligenza artificiale.

<sup>36</sup> Anderson K. (2011), *We, robot*, <https://www.nytimes.com/2011/08/13/opinion/anderson-we-robot.html>, ultima consultazione il 2 agosto 2020.

environments release but, not having a high memory capacity, it could resort to the aid of technology to store more data, process them and find connections otherwise not visible, becoming an enhancement of the biological senses; the human mind is capable of managing unforeseen and complex situations with sudden actions and choices, thanks to the mixture of its own experiential baggage but, not always, appropriate and applicable, while the elaboration by an artificial body could allow the prediction of scenarios always more accurate and reduce the statistical probability of the occurrence of specific events.

Only through the implementation of biotechnological systems will human beings be able to progress towards a new step on the evolutionary ladder and to understand and cope with the vital problems of the planet and the creatures that populate it.

## Bibliografia

- ANDERSON K. (2011), *We, robot*, <https://www.nytimes.com/2011/08/13/opinion/andersen-we-robot.html>, ultima consultazione il 2 agosto 2020.
- ARDIGÒ R. (1922), *Scritti vari*, raccolti e ordinati da Giovanni Marchesini, Felice Le Monnier, Firenze.
- BANDURA A. (1986), *Social foundations of thought and action: a social-cognitive view*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
- COMTE A. (1979), *Corso di filosofia positiva*, UTET, Torino, kindle.
- DAWKINS R. (2017), *L'orologiaio cieco. Creazione o evoluzione?*, Mondadori, Milano.
- ESCHILO, *Prometeo incatenato*, BUR, Milano 2004.
- GAZZANIGA M. (2011), *Who's in charge? Free will and the science of the brain*, Ecco Pr., New York.
- GRANIERI G. (2009), *Umanità accresciuta. Come la tecnologia ci sta cambiando*, Laterza, Roma-Bari.
- GRASSI E. (2018a), *Ethics and Humanism in the Machine Era*, pp.51-68. In *RELACJE MIĘDZYKULTUROWE – ISSN:2544-2139 vol. 4*.
- GRASSI E. (2018b), *Transumanesimo: dall'umano al post-umano. L'identità della pelle e il superamento del suo confine oltre il genere*. pp.123-135. In *Genere, sessualità e teorie sociologiche – ISBN:978-88-13-36605-6*, Cedam, Roma
- GRASSI E. (2020), *Etica e intelligenza artificiale. Questioni aperte*, Aracne, Roma.
- HAO K. (2019), *China has started a grand experiment in AI education. It could reshape how the world learns*, MIT Technology Review, <https://www.technologyreview.com/2019/08/02/131198/china-squirrel-has-started-a-grand-experiment-in-ai-education-it-could-reshape-how-the/>, ultima consultazione il 2 agosto 2020.
- HENDLER J., MULVEHILL A. (2016), *Social Machines: The Coming Collision of Artificial Intelligence, Social Networking, and Humanity*, Apress, New York.
- KLEIN N. (2020), *How big tech plans to profit from the pandemic*, <https://www.theguardian.com/news/2020/may/13/>.
- KURZWEIL R. (2008), *La singolarità è vicina*, Apogeo, Milano.
- LATOUR B. (2018), *Non siamo mai stati moderni*, Elèuthera, Milano.
- MAALOUF A., *L'identità*, Bompiani, Milano 2016.
- MASNERI M. (2020), *Steve Jobs non abita più qui*, Adelphi, Milano.
- NAGEL T. (1974), *What is it like to be a bat?*, in *The Philosophical Review*, vol. 83 n. 4.
- NIETZSCHE F. (2018), *La gaia scienza*, Newton Compton Editori, Roma.
- ONFRAY M. (2015), *Cosmo. Un'ontologia materialista*, Ponte delle Grazie, Milano.

- POSTMAN N. (2019), *Ecologia dei media. La scuola come contropotere*, Armando Editore, Roma.
- POWERS C. (2011), *What Is Artificial Intelligence?*, <https://www.nytimes.com/2011/02/06/opinion/06powers.html>
- SEVERINO E. (1981), *La struttura originaria*, Adelphi, Milano.
- SOFOCLE, *Antigone*, Feltrinelli, Milano 2013.
- THIRY D'HOLBACH P. (2018), *La morale universale*, Youcanprint, Lecce.
- TOFFLER A. (1999), *The Third Wave*, Bantam Books, New York City.
- TURKLE S. (2016), *La conversazione necessaria*, Einaudi, Torino.



# I.A. ed educazione superiore

Renato Spigler

## ABSTRACT

L'Intelligenza Artificiale, anche nelle sue forme più semplici, sarà pervasiva, se ne vedranno gli effetti in tutti gli ambiti del vivere sociale. Nell'educazione, sarà importante sin dai livelli più bassi, ma nell'educazione superiore (cioè nell'Università e nella ricerca) forse ancor più, o almeno in modo diverso.

PAROLE CHIAVE: educazione, società, intelligenza artificiale, università.

## ABSTRACT

Artificial Intelligence, even in its simplest forms, will be pervasive, its effects will be seen in all areas of social life. Within education, it will be important from the lowest levels, but in higher education (i.e. university and research) perhaps even more, or at least in a different way.

KEYWORDS: education, society, artificial intelligence, university.

## Introduzione

Le due parti del titolo stesso della Conferenza, “educazione” e “intelligenza artificiale” (IA), suggeriscono di analizzare le loro relazioni in due modi possibili: (1) come utilizzare l'IA *per* l'Educazione, ma anche (2) come l'educazione, intesa come insegnamento superiore (universitario e di base alla ricerca), possa contribuire a sviluppare e diffondere l'IA stessa. Non andrebbe trascurata affatto, tuttavia, l'educazione ad ogni livello.

Si parla da tempo (da noi in Italia, come spesso accade, un po' in ritardo), di Intelligenza Artificiale. L'Intelligenza Artificiale, anche nelle sue forme più semplici, sarà pervasiva, se ne vedranno gli effetti in tutti gli ambiti del vivere sociale. Nell'educazione, sarà importante sin dai livelli più bassi, ma nell'educazione superiore (cioè nell'Università e nella ricerca) forse ancor più, o almeno in modo diverso. Va qui ricordato che Internet non serve solo per il commercio o per prenotare Hotel, treni e aerei. Molti studenti non lo sanno ancora.

IA significa (in parte) reti neurali di nuova generazione, sistemi automatici intelligenti, ma anche la dimostrazione automatica di teoremi, la scelta di strategie adeguate per compiti specifici, anche semplicemente per scegliere una nuova casa, ...

Premettiamo che la familiarizzazione con le *nuove tecnologie* in relazione alla *creazione di nuovi posti di lavoro* è una questione che qui, in questa sede, ci riguarda da vicino. Molti mestieri spariranno e spetta alle strutture educative e formative porvi rimedio, preparando l'inevitabile "ricambio", e questo deve essere pianificato ora, subito!

Ma di cosa stiamo parlando, quando citiamo il termine "Intelligenza Artificiale"? Detto nella forma più semplice, per "Intelligenza Artificiale" si intende l'intelligenza delle macchine, in contrapposizione a quella naturale, dell'Uomo (e di altri animali). L'intelligenza è stata definita in molti modi, quali la capacità di essere logici, di comprendere, di imparare, di essere autocoscienti, di essere capaci di provare certe emozioni, di pianificare, di essere creativi, di risolvere problemi.

Già alcuni decenni or sono, ben prima che fosse coniato il termine IA, il matematico Stan Ulam, amico di von Neumann e detentore del brevetto (segreto) della bomba H insieme a Ed Teller, prevedeva che il mestiere stesso di matematico (e la matematica si può prendere come paradigma del pensiero razionale), mestiere riduttivamente inteso come quello di dimostrare teoremi, in futuro avrebbe potuto essere sostituito da una macchina. Infatti, una macchina, forse anche non troppo "intelligente", può dimostrare teoremi a partire da opportuni assiomi e regole di inferenza logica (Automated Theorem Proving), tutte cose implementabili su di un computer. Al matematico resterebbe la parte più creativa, in particolare quella di *formulare* problemi. Infatti, formulare problemi in un modo adeguato è spesso più importante che saperli *risolvere*. Questo almeno nell'ambito della Matematica e di altre Scienze fondamentali.

In generale, l'IA si può descrivere come l'abilità di percepire o di dedurre informazioni, nonché di conservarle in forma di conoscenza acquisita, per poi applicare quest'ultima ad un comportamento attivo entro un dato ambiente o in un dato contesto.

L'intelligenza (*tout court*) è stata ed è studiata ampiamente negli esseri umani, ma è stata osservata anche in animali e persino in certe piante. L'IA è invece quella delle macchine o riferita alle macchine, ed è tipicamente qualcosa che si implementa in sistemi computerizzati tramite adeguati programmi software.

In Informatica (Computer Science), l'IA ha a che fare con (e a volte è definita come) lo studio di "agenti intelligenti", cioè dispositivi capaci di percepire l'ambiente circostante e di intraprendere azioni che massimizzano le loro possibilità di successo per raggiungere un dato scopo. È chiaro allora che con essa, se realizzata, ci si aspetti di poter ottenere anche risultati molto concreti.

In breve, il termine "Intelligenza Artificiale" viene applicato quando una macchina imita o riproduce *funzioni cognitive* tipiche degli esseri umani, quali l'*apprendimento* e la capacità di risolvere *problemi*. Si tende ad eliminare dalla definizione stessa di IA quei compiti che macchine via via più sofisticate diventano in grado di eseguire. Così per esempio il riconoscimento ottico dei

caratteri tipografici, il riconoscimento biometrico, la guida automatica di auto, tendono ad essere definite come semplici conquiste tecnologiche e oramai di routine, lasciando al termine IA ciò che ci appare ancora essere una qualche funzione superiore, tipica dell'Uomo e a lui riservata.

Molti dubitano che delle macchine acquisiranno prima o poi la capacità di imitare e di sostituire gli esseri umani, però ci inquieta l'idea che lo possano fare. Come ogni conquista tecnologica, spetta all'Uomo (e alle sue Leggi) farne un uso positivo e non dannoso o distruttivo. Ad esempio, un bisturi, nelle mani di un chirurgo può estirpare un cancro, ma in quelle di un assassino può uccidere; la nitroglicerina (o suoi derivati) è stata utilizzata come esplosivo per scavare nelle miniere e può essere usata nella terapia dell'angina pectoris, ma con essa si possono fare delle bombe; il processo che governa la bomba all'idrogeno, se si riuscirà a utilizzarlo in modo controllato in laboratorio, servirà a produrre grandi quantità di energia sostanzialmente pulita e a scopo pacifico, e così via.

Vorrei sottolineare come nel nostro Paese sembrano essere ignorati (con le conseguenze che vediamo) i principi di *manutenzione* e di *prevenzione* (sia nell'ambito della salute che del lavoro e dell'ambiente). Non c'è dubbio che l'IA possa contribuire grandemente in questi campi davvero essenziali, cioè in Medicina (nella Sanità), in fabbrica, nel territorio.

Non c'è dubbio poi che uno dei problemi più attuali e pressanti del nostro Paese sia quello dell'occupazione dei giovani. Da molti anni si parla di necessaria qualificazione (almeno per certi tipi di impiego), e di "educazione permanente", ma vi sono indicazioni secondo cui l'ascensore sociale rappresentato da un'istruzione superiore sia soggetto a una certa flessione (tutto sommato non è proprio così, almeno per certi tipi di Lauree). Né sviluppare e applicare l'idea di una "educazione permanente" sembra essere una modalità molto seguita.

D'altra parte, l'*innovazione* richiede *flessibilità*, e la *flessibilità* richiede *astrazione*. Questa è una chiara indicazione dell'importanza e del ruolo dell'educazione superiore. È anche abbastanza ovvio che ci siano delle aree emergenti, dove si intende assumere dei giovani, pur opportunamente addestrati: Data Science (Big data), Statistica e altri settori di questo tipo. Incidentalmente, non tutti sanno che il termine "Statistica" deriva da "Stato", perché essa nasce dalle esigenze di ogni Stato di tener conto della sua popolazione per riscuotere le tasse e per la circoscrizione militare. E un buon uso della Statistica, che mi sembra nonostante tutto ancora sottostimato, potrebbe fornire un grande aiuto, ad esempio nella programmazione degli impieghi e delle specializzazioni che saranno richiesti tra alcuni anni.

Noi siamo sommersi dai dati, sempre più numerosi, se ne producono ogni giorno delle quantità inimmaginabili. Ma nei dati, indecifrabili se visti nel loro insieme, ci sono tesori di informazioni.

Per fare un esempio, che ad ogni telefonata vengono associate lunghe stringhe di cifre che specificano il numero di telefono di chi fa e di chi riceve la te-

lefonata, e un sacco di altri dati che servono a calcolare i costi. E chi non fa almeno 2-3 telefonate al giorno? Immaginate il numero complessivo di telefonate che si fanno in una sola città di 2, 3, 8 milioni di abitanti...

Si stima che ogni giorno vengano prodotti almeno 2.5 quintilioni di bytes ( $2.5 \times 10^{18}$ , cioè 2.5 seguito da 18 zeri). Da questa massa enorme di dati, da tutta questa informazione, non si capisce nulla se i dati non vengono elaborati, ordinati, analizzati. Ecco i big data ed ecco la Data Science concepita per comprenderli e quindi per sfruttarli.

Un'altra parola chiave è attualmente il "controllo del rischio" (UQ, Uncertainty Quantification). Ovvio per i terremoti veri e propri, ma anche per quelli finanziari. Anche qui, la grande mole di dati disponibili deve essere analizzata e sfruttata al meglio. Serve allora una preparazione sofisticata per comprendere gli *strumenti* (che sono in genere *matematici*) che servono alle Scienze Applicate, all'Ingegneria e quindi all'Industria, ma anche all'Economia e alla Finanza Quantitativa.

Nel caso dell'Industria, ci sarà una crescente *automazione*: chi gestirà impianti sempre più automatizzati, quindi computerizzati, "intelligenti"? Molti ritengono che dopo la rivoluzione informatica la prossima rivoluzione (ma la prossima è ora!) sarà quella robotica. E non parlo dei robot quali il braccio che monta parti di auto della FIAT (ora FCA), o del ROOMBA che già pulisce il pavimento delle nostre case, ma di macchine sempre più "intelligenti", che ci faranno compagnia, parleranno con noi, ci assisteranno come badanti, governeranno la nostra casa, e che guideranno con maggior affidabilità di noi le nostre auto, i treni, gli aerei.

Vorrei anche sottolineare che le questioni inerenti allo sviluppo dell'IA avranno presto a che fare, e molto, con *questioni giuridiche* (di chi sarà la colpa di un incidente fatto da un'auto "che si guida da sola"? Del proprietario? Del costruttore?), e sollevano *problemi etici* (vedi l'esempio citato, nel caso vi sia un danno alle persone; e che dire se un robot ferirà o ucciderà un essere umano?).

Riguardo all'Economia e alla Finanza, strumenti matematici elementari non sono più sufficienti per comprendere i *modelli* attuali. Un esempio è dato dal celebre modello di Black-Scholes-Merton, che riguarda l'andamento nel tempo del prezzo di certi tipi di opzioni, soggetto a variazioni aleatorie dovute a vari e sostanzialmente imprevedibili fattori. Qui si richiede la conoscenza di Teoria della Probabilità, di processi stocastici, di equazioni alle derivate parziali e del loro trattamento numerico. Questi strumenti matematici non possono essere forniti in Corsi elementari.

Naturalmente si tratta sempre di *modelli matematici*, come si usa fare nelle Scienze Applicate e nell'Ingegneria, per cui la loro validità deve sempre essere considerata con molta cautela: ammesso che un certo modello sia appropriato e poi *calibrato* e *validato* in un certo numero di casi noti, non ci si possono aspettare risultati attendibili se i dati inseriti nel modello sono imprecisi, incompleti, affetti da errore.

Non sembra tuttavia – almeno nel nostro Paese –, che ci sia molta sensibilità per tutto questo, prima di tutto riguardo al finanziamento pubblico della ricerca di base (detta “fondamentale”), prima tra tutte le Scienze la Matematica, anche in certi suoi sottosectori molto vicini alle applicazioni industriali. La ricerca applicata e l’innovazione tecnologica si alimentano delle conoscenze che si sviluppano in progetti di ricerca di tipo fondamentale. Non è un caso che i Paesi Europei che hanno ottenuto maggiori finanziamenti per progetti di ricerca nell’ambito di HORIZON 2020, che hanno in genere una forte connotazione applicativa, sono quelli che investono di più in ricerca di base su scala nazionale. E che proprio la ricerca di base sia strategica per lo sviluppo lo hanno ben capito altri Paesi, primi di tutti gli USA, e i risultati si sono visti, ad esempio in termini di brevetti.

Come è già stato osservato, alcune modalità del vivere e lavorare cambieranno, ma sarebbero cambiate comunque. È prevedibile un’accelerazione che porterà a molte innovazioni che forse sarebbero giunte più avanti. Tra queste non c’è dubbio che molto avrà a che fare con l’IA, con la gestione di Big Data e vi sarà un necessario impulso alla Data Science, di cui si è parlato sopra. Proviamo a fare qualche previsione ragionevole.

### Insegnamento e ricerca scientifica (scuola e università)

Sia pure perché spinti da necessità, è stato sperimentato anche in Italia l’*e-learning* sia nelle Scuole di vario ordine e grado, sia in ambito universitario. Risultati certi non sono ancora disponibili, ma è stato notato che troppi soggetti (economicamente disagiati, abitanti nel Meridione, immigrati), spesso quelli che più avrebbero bisogno di istruzione, sono rimasti esclusi per la semplice mancanza di computer a casa. Lo Stato *deve* urgentemente rimediare a questo, anche per adempiere al dettato Costituzionale.

Sarebbe auspicabile un intervento dello Stato ben pianificato, in modo da “dare un computer a ogni cittadino”, provvedere ad addestrarlo al suo uso, e certo anche assicurando reti e collegamenti sicuri, affidabili e veloci, con lo sviluppo di larga banda su tutto il territorio nazionale.

E questo, se vogliamo dirci civili, deve essere fatto anche per cittadini adulti e in particolare anziani, non sufficientemente alfabetizzati sul piano informatico, dato che l’accesso alle Banche e agli Uffici Postali (ad esempio per ritirare la pensione) potrebbe restare problematico per molto tempo.

Delicata è la questione della ricerca, per quanto riguarda la collaborazione tra Docenti e Ricercatori, sia tra di loro che con studenti di Laurea, di Master e di Dottorato. Il colloquio *vis a vis* sembra difficile da sostituire, ma esistono sistemi con i quali si può dialogare e anche scrivere su uno schermo come se si fosse nello stesso luogo e con lo stesso schermo davanti. Sia per l’insegnamento a tutti i livelli che per la ricerca si diffonderà maggiormente l’uso di vari *webinar* (web seminars, seminari tenuti tramite web), e varie forme di confe-

renze (web conferencing) a cui si può partecipare e intervenire, quali *Skype*, *Skype for Business*, *Google Meet*, *Zoom*, ...

Nell'ambito dell'educazione, della formazione, della ricerca scientifica, ma anche in ambito professionale si può quindi prevedere un maggiore sviluppo del cosiddetto *networking*, cioè di tutte quelle attività che comportano o si basano su uno scambio di idee e sull'elaborazione di informazioni tra individui che hanno un interesse comune. Rientrano in questa tipologia le *social network* esistenti che ben conosciamo, e le varie forme di web conferencing sopra citate. Oltre che con amici, ci si può collegare con studenti per far lezione, con i membri di un Consiglio di Corso di Laurea o di Corso di Studio universitari, di un Consiglio di Amministrazione di un'azienda, e così via.

### Piccolo commercio e ristorazione

Le difficoltà che incontra il piccolo commerciante durante una pandemia come quella del COVID-19 sono assai evidenti come acquistare un abito senza provare due o tre capi, se si dovesse sanificare ogni volta un abito già provato da un cliente precedente? Come andare al ristorante mentendo distanze di sicurezza, in assenza di ampi spazi? Come acquistare un libro, senza poter sfogliare le sue pagine o quelle di altri volumi esposti? Per non parlare di spettacoli cinematografici e teatrali e di eventi sportivi, tutti finanziati, almeno in parte, con l'importo del biglietto di chi vi assiste.

Da tempo molte persone utilizzano l'*e-commerce*: si acquistano libri e quasi ogni sorta di oggetti per e-mail, pagando con carta di credito. Ma ci sono molte persone in Italia ancora prive di computer, o di conoscenze informatiche minime, e/o prive di carta di credito. E spesso i siti web non sono molto "friendly", mentre chi li predispone dovrebbe mettersi maggiormente dalla parte del cliente. Si dovrà provvedere.

Incidentalmente, tra le altre cose, se si cerca su certi siti una parola o una frase incompleta o contenente qualche piccolo errore, a differenza di un umano il sistema non le riconosce. Incredibilmente questo vale non solo per Telecom ma anche per mathscinet, il database dell'American Mathematical Society! Basterebbe utilizzare il sistema *PageRank* di Google, che rappresenta un modo di misurare l'importanza delle pagine web, di fatto opera delle correlazioni tra pagine web consentendo un'identificazione "intelligente". E si tratta di un prodotto gratuito.

Molti alimentari e cibi preparati da ristoranti si possono ordinare e farseli recapitare a casa già oggi. Quest'abitudine, più diffusa in altri Paesi, potrebbe (e forse dovrà) svilupparsi ulteriormente. Si può anche prevedere che molti cibi e pasti elaborati si potranno confezionare a casa a partire da materie prime, con apparecchiature adeguate, alcune già disponibili.

### Attività (postale) di recapito

Le attività descritte al punto 2, comportano un aumento dei flussi di trasporto di merci anche restando nell'ambito di una data città, e quindi la costituzione di piccole aziende che se ne occupino, ma anche al tempo stesso una probabile maggior produzione di rifiuti. Quindi l'asporto e l'eliminazione e/o il trattamento di questi, un problema già esistente, potrebbe richiedere azioni adeguate da parte delle Autorità sia locali che nazionali.

### Lavoro da casa

È stato sperimentato per necessità il lavoro da casa, il telelavoro, denominato *smart working*, già in uso ma su piccola scala. Non tutte le attività lavorative si prestano, ma questo modo di lavorare, in particolare, potrebbe portare alla riduzione o almeno allo snellimento della burocrazia, spesso un vero cancro che assorbe inutilmente tempo ed energie. Inoltre, la minore mobilità delle persone porterebbe a una diminuzione del traffico urbano e quindi anche dell'inquinamento causato da auto e altri mezzi di trasporto.

### Medicina e Sanità

Nessun Paese al mondo, per quanto ricco, moderno, tecnologicamente avanzato e sensibile verso i suoi cittadini può essere pronto a fronteggiare un'epidemia come quella di COVID-19, nel senso che non sarebbe possibile avere – come prima risorsa necessaria – migliaia o decine di migliaia di posti letto pronti per terapia intensiva, come sarebbe servito col corona virus. Quello che invece sarebbe auspicabile è poter disporre di *un piano di intervento* con cui gestire un'emergenza come questa.

Così come gli eserciti tengono pronte le armi, ma anche delle derrate alimentari e dei farmaci (da rinnovare periodicamente), quello che sarebbe saggio sarebbe predisporre un insieme di azioni da implementare tempestivamente, come piani per costruire ospedali da campo in spazi pubblici quali stadi, palazzetti dello sport, fiere; predisporre di un elenco di volontari che possano cooperare col Servizio Civile; progettare una adeguata riconversione industriale di aziende che almeno temporaneamente dovrebbero lavorare in modo diverso da un lato e produrre prodotti diversi da quelli che produceva prima ma al momento divenuti necessari (nel caso del corona virus, mascherine speciali, guanti di lattice, respiratori, ...); pianificare con serietà e non solo con una logica di profitto il numero di studenti ammessi ai Corsi di Laurea in Medicina e alle varie specializzazioni, e al reclutamento di personale infermieristico, al mantenimento di un numero congruo di Ospedali e centri di analisi e di ricerca medica, prevedendo la costruzione o comunque l'utilizzo di residenze alber-

ghiere al posto di quelle ospedaliere (con enormi risparmi), da collocarsi in prossimità degli Ospedali, per ospitare i familiari dei ricoverati ma anche questi ultimi, in fase di normale degenza quando non sia necessaria un'assistenza continua e molto specialistica.

## Conclusioni

Non c'è dubbio che quasi tutte le attività e i possibili rimedi citati qui sopra possano trarre un grande vantaggio da un uso appropriato e dallo sviluppo dell'IA. L'analisi stessa dei dati relativi a un'epidemia in corso in tempo reale, il testare modelli epidemiologici messi a punto ad hoc sulla base di dati via via raccolti, la simulazione numerica dell'effetto di strategie e di farmaci e di eventuali vaccini, la costruzione stessa di modelli matematici ottenuti "imparando dai dati", procedura che va sotto l'idea del *machine learning*, possono dare frutti di eccezionale valore. Usiamo la catastrofe come un'opportunità: lo si è già detto, ma vanno ben pensati i modi concreti per farlo.

## Bibliografia

SPIGLER R., “Ricerca scientifica e Internet, oggi” [“Scientific research and the Internet, today”, in Italian], Boll. Un. Mat. Ital., Sez. A, – La Matematica nella Società e nella Cultura, Ser. VIII, 10-A, N. 1, April 2007, 137-153 [in Italian].



# Sistemi intelligenti per l'e-learning

Carla Limongelli, Carlo De Medio, Omar Elsayed, Fabio Gasparetti,  
Filippo Sciarrone, Marco Temperini

## ABSTRACT

Nella didattica a distanza basata sull'uso del Web, i docenti possono agire come costruttori di nuovi corsi e come facilitatori dell'apprendimento, guidando lo studente attraverso nuove esperienze educative. Il processo di preparazione di un nuovo corso online è complesso e richiede molto tempo e competenze specifiche. In esso, l'insegnante è coinvolto in diversi compiti. In questo contributo vediamo a che punto è lo stato dell'arte per ciascuna di queste fasi di progettazione e realizzazione dei corsi e come alcune metodologie e tecniche di intelligenza artificiale possono essere impiegate nei software di ausilio ai docenti.

**PAROLE CHIAVE:** didattica a distanza, sistemi intelligenti, software, istruzione.

## ABSTRACT

In distance learning based on the use of the Web, teachers can act as builders of new courses and as learning facilitators, guiding the student through new educational experiences. The process of preparing a new online course is complex and requires a lot of time and specific skills. In it, the teacher is involved in several tasks. In this contribution we see at what point is the state of the art for each of these stages of planning and implementation of the courses and how some artificial intelligence methodologies and techniques can be used in software to help teachers.

**KEYWORDS:** distance learning, intelligent systems, software, education.

## Introduzione

Il Web offre grandi opportunità nel campo dell'istruzione, rendendo disponibile un enorme patrimonio di risorse di apprendimento in modo relativamente semplice. Per i docenti il Web può rappresentare un terreno ricco di materiale educativo interessante, adatto ad arricchire o costruire un corso.

Nella didattica a distanza basata sull'uso del Web, i docenti possono agire come costruttori di nuovi corsi e come facilitatori dell'apprendimento, gui-

dando lo studente attraverso nuove esperienze educative. Spesso, inoltre, la varietà di risorse di apprendimento disponibili sul Web e la flessibilità dei moderni sistemi di gestione dell'apprendimento (Learning Management Systems – LMS) possono aiutare l'insegnante a costruire corsi in cui siano possibili livelli di apprendimento personalizzati.

Il processo di preparazione di un nuovo corso online è complesso e richiede molto tempo e competenze specifiche. In esso, l'insegnante è coinvolto in diversi compiti, tra i quali: i) la costruzione della mappa concettuale; ii) la preparazione e/o il recupero del materiale didattico da includere nel corso; iii) la costruzione di una storyboard didattica iv) la preparazione e consegna del corso tramite l'LMS adottato.

In questo contributo vediamo a che punto è lo stato dell'arte per ciascuna di queste fasi di progettazione e realizzazione dei corsi e come alcune metodologie e tecniche di intelligenza artificiale possono essere impiegate nei software di ausilio ai docenti.

### La mappa concettuale

Le Concept Maps (CM) sono visualizzazioni grafiche di conoscenze strutturate ed interconnesse (A.J. Cañas, 2003). Lo sviluppo delle mappe concettuali risale agli anni '80 e all'inizio degli anni '90, quando Novak le ha presentate come mezzo per studiare l'evoluzione, nella comprensione dei bambini, della conoscenza scientifica. Lo studio è durato per oltre un decennio (Novak, 1990).

Da un punto di vista psicologico cognitivo, il lavoro di Novak si basava sulla teoria dell'apprendimento di Ausubel (Ausubel, Novak, & Hanesian, 1978) secondo cui l'apprendimento avviene assimilando nuovi concetti, e tale assimilazione avviene integrando e armonizzando tali nuovi concetti nella struttura cognitiva dei concetti già posseduti dallo studente. In questo modo si può ottenere quel che viene chiamato apprendimento significativo, in contrapposizione a quel che si ottiene imparando a memoria.

Come indicato in (Novak J. , Concept mapping: A useful tool for science education, 1990) e (McClure, Sonak, & Suen, 1999), le mappe concettuali possono essere utilizzate per un'ampia gamma di compiti nell'educazione, come ad esempio sostenere lo sviluppo e la rappresentazione di strategie di apprendimento (migliorare la capacità dello studente di auto-direzione), oppure di una strategia didattica (responsabilizzare l'insegnante con uno strumento adatto per organizzare il flusso dell'insegnamento e dell'apprendimento). Un'altra possibilità di uso delle mappe concettuali, anch'essa molto studiata, riguarda la valutazione sulla base dell'analisi delle mappe concettuali prodotte dagli studenti. Questa analisi consente di capire il livello di comprensione (o incomprendimento) di un dato argomento.

L'uso e i vantaggi delle mappe concettuali nell'apprendimento sono stati

ampiamente studiati. In (McClure, Sonak, & Suen, 1999) gli autori presentano il lavoro di ricerca condotto principalmente negli anni '90, che stabilisce la validità dell'uso delle mappe concettuali nell'educazione e nella valutazione. In particolare, lo studio appena citato analizza la validità e l'affidabilità della valutazione tramite mappe concettuali, confrontando i risultati di sei diversi metodi di valutazione. La conclusione della ricerca è che il metodo migliore per la valutazione comprende, tra l'altro, il confronto tra la mappa concettuale prodotta dallo studente e una mappa "di riferimento". Un aspetto di questa ricerca è nel fatto che il docente esegue un confronto tra mappe concettuali, "a mano", quantificando discrezionalmente la similarità tra le mappe.

Un passo avanti significativo nell'analisi delle mappe concettuali è ovviamente ottenuto usando strumenti informatici: una mappa concettuale può essere rappresentata da un grafo (orientato e aciclico) in cui i nodi rappresentano i concetti e gli archi le relazioni tra di essi. Esistono molti algoritmi in letteratura per stabilire la similarità tra grafi, come il Pathfinding Scaling Algorithm (Schvaneveldt, Durso, & Dearholt, 1989) o l'Homonymous Measure C (Goldsmith & Davenport, 1990) basato sulla relazione di "vicinanza" tra i nodi.

Un'altra area di ricerca prende in esame le ontologie come strumenti di rappresentazione formale delle mappe concettuali. Anche in questo caso sono stati proposti diversi algoritmi di confronto. Tuttavia, sulle mappe concettuali in quanto tali, solo pochi studi sono stati fatti. Nel lavoro (Elsayed, Limongelli, Sciarone, Marani, & Temperini, 2019) è stata presentata una famiglia di criteri ideati per valutare la somiglianza di due mappe concettuali da diversi punti di vista. Il terreno comune sul quale gli autori hanno lavorato, per definire i criteri, è allo scopo di tenere conto delle caratteristiche pedagogiche delle mappe. Di tali criteri, il primo, overlapping degree, tiene conto delle conoscenze comuni condivise tra due CM attraverso i loro nodi comuni. Il secondo criterio, prerequisite constraint, analizza due CM sulla base della loro struttura didattica, considerando le relazioni di prerequisito tra i concetti. Ciascun criterio è stato implementato tramite una funzione di misura dedicata e, valutando le misure su mappe generate randomicamente, è stato dimostrato che esse sono sensibili ai loro criteri.

## Recupero del materiale didattico

Il recupero e la composizione del materiale didattico sono argomenti che attirano numerosi studi nel campo dell'intelligenza artificiale e dell'information retrieval. Il Web sta gradualmente guadagnando popolarità tra insegnanti e studenti come fonte di risorse per l'apprendimento. Questa transizione è, tuttavia, frenata dalla preoccupazione relativa alla qualità e all'affidabilità dei materiali di insegnamento che si trovano in rete. Mentre i repository di materiale didattico online sono esplicitamente costruiti a fini educativi da parte di insegnanti competenti, le pagine Web sono create per offrire diversi servizi, non solo nell'ambito educativo.

Uno studio recente ha dimostrato che il Web è una buona fonte di materiale didattico rispetto ai repository attualmente disponibili nell'istruzione (De Medio, Limongelli, Marani, & Taibi, 2019). Abbiamo sviluppato un sistema online che permette ai docenti di cercare su tutte le piattaforme in esame delle parole chiave, valutandone successivamente i materiali, sia dal punto di vista didattico che della coerenza con le parole chiave. Oltre a Google, sono stati scelti Merlot ed OER Commons. Merlot è uno dei Learning Object Repository (LOR) più completi disponibili attualmente sul Web, mettendo a disposizione circa 92000 materiali didattici. OER Commons è stato scelto sia perché presenta una notevole quantità di materiali, sia perché offre le Open Educational Resource (OER), che a differenza dei LO sono dei materiali completamente aperti alla modifica e con una licenza di utilizzo libera dal vincolo di citare l'autore. L'analisi dei risultati della nostra ricerca, ha evidenziato che, nonostante i LOR offrano in media materiali valutati didatticamente simili a quelli prelevati da Google, essi non sono in grado di pareggiare il motore di ricerca nel trovare materiali pertinenti alle parole chiave immesse: in altre parole i LOR hanno tali difficoltà, nel reperire materiali pertinenti alle richieste, da rendere la loro utilità estremamente inferiore a quanto potrebbe essere, vanificando di fatto la maggiore qualità media dei materiali gestiti. Questo studio è una chiara prova che nonostante i repository offrano una descrizione più ricca delle risorse di apprendimento, attraverso i metadati, il Web offre, più puntualmente, molto materiale didattico di qualità comparabile al materiale presente nei LOR.

### Costruzione di uno storyboard didattico

Wikipedia è una fonte di informazioni indiscussa per tutti, in particolare per studenti e insegnanti, anche se sono state sollevate molte critiche contro questo tipo di informazioni non supervisionate. Nel 2005, uno studio approfondito ha confrontato Wikipedia con l'enciclopedia Britannica, mostrando la stessa percentuale di precisione delle informazioni (Anderson, 2006). Studi più recenti distinguono l'accuratezza delle informazioni dalla completezza, mostrando che Wikipedia, per il suo continuo aggiornamento, è una fonte completa di informazioni rispetto all'enciclopedia Britannica e la sua gamma di completezza varia tra il 68% e il 91%, raggiungendo basse percentuali di incompletezza solo nel settore farmacologico. Quel che è certo è che questo enorme repository di informazioni non può sempre essere considerato una verità a priori e potrebbe essere rischioso per gli studenti che pensano di poter auto-apprendere solo navigando sulle pagine di Wikipedia. Discorso diverso è per gli insegnanti che possono essere supportati nella ricerca educativa materiale, avendo già chiaro in mente cosa qual è l'obiettivo della loro ricerca.

Il sistema basato sul web proposto in (De Medio, Gasparetti, Limongelli, & Sciarone, 2017) supporta la prototipizzazione rapida di corsi a partire dalle

pagine di Wikipedia. In particolare, l'ambiente aiuta gli insegnanti a recuperare e sequenziare pagine di Wikipedia, secondo la relazione di prerequisito tra le pagine (Gasparetti, Medio, Limongelli, Sciarrone, & Temperini, 2018), in modo semi-automatico.

Il sistema si chiama Wiki Course Builder (WCB). Attraverso una opportuna GUI, WCB consente all'utente di inserire una o più parole chiave riguardo all'argomento a cui sta lavorando. Il motore di ricerca integrato restituisce le pagine Wikipedia più rilevanti.

Una caratteristica importante del sistema WCB è la sua capacità di modellare gli insegnanti per mezzo dei loro stili di insegnamento, basati sul modello degli stili di insegnamento di Grasha. Ogni insegnante viene prima modellato da cinque dimensioni, espresso come un insieme di valori reali. Un'altra caratteristica è la modellizzazione di quelle pagine di Wikipedia già utilizzate da altri insegnanti sul sistema: ogni pagina è contrassegnata da un array a 5 componenti che rappresenta gli insegnanti che l'hanno usato in passato.

Abbiamo condotto una prima sperimentazione con risultati positivi. Come lavoro futuro stiamo pianificando una valutazione più ampia dell'intero sistema.

## Preparazione ed erogazione del corso tramite l'LMS adottato

Come abbiamo visto, il processo di preparazione di un nuovo corso online è davvero molto complesso e richiede tempo. Una delle fasi in cui il contributo dell'insegnante è più rilevante è quando viene selezionato il materiale di apprendimento e aggiunto al corso. Questo succede dopo che l'insegnante ha condotto un'analisi su diversi materiali, ottenuta da un'attività di ricerca e recupero. Tale processo può essere lungo e laborioso. Quindi, è di importanza cruciale la possibilità di eseguire e accelerare una valutazione attenta della qualità e dell'adeguatezza del materiale di apprendimento disponibile su Internet.

In questa fase focalizziamo la nostra attenzione sull'attività di recupero e consegna del materiale didattico. A questo scopo presentiamo un sistema di raccomandazione di materiale didattico integrato direttamente nel noto LMS Moodle: MoodleRec (De Medio, Limongelli, Sciarrone, & Temperini, 2020). In questo caso la ricerca avviene nei principali LOR. I LOR considerati sono Merlot ([www.merlot.org](http://www.merlot.org)), Cnx ([cnx.org](http://cnx.org)) e Wisc-online ([www.wisc-online.com](http://www.wisc-online.com)). In questo modo il docente non deve andare a cercare in ogni singolo LOR, inoltre il sistema di raccomandazione che è ibrido, agisce sia come content-based andando a cercare il materiale più adatto alle chiavi di ricerca inserite dal docente, sia collaborative-filtering andando a vedere se docenti simili a lui, nella piattaforma Moodle, hanno già utilizzato materiali simili, e in quale contesto. In questo modo MoodleRec diventa anche un ambiente per la condivisione della conoscenza tra docenti.

## Conclusioni

Questo contributo ha voluto mettere in luce il lavoro che il gruppo di Intelligenza Artificiale di Roma Tre e Sapienza stanno portando avanti relativamente al supporto al docente per la generazione e la distribuzione di corsi online. Abbiamo evidenziato le fasi principali della costruzione di un corso e visto come in ciascuna di queste fasi sono indispensabili tecniche di intelligenza Artificiale che rendono possibile una sempre maggiore automatizzazione. Nel caso delle mappe concettuali lo studio del linguaggio naturale è cruciale per identificare concetti simili tra due mappe. Per stabilire la “bontà” dei materiali didattici sul Web abbiamo utilizzato tecniche di Information Retrieval. Per il sistema WCB e MoodleRec ci siamo basati sul modello del docente, su tecniche di raccomandazione e su tecniche di machine learning per stabilire la relazione di prerequisito tra due pagine di Wikipedia.

Un effettivo supporto ai docenti per la creazione e gestione dei corsi online, dalla preparazione della mappa concettuale, fino all'erogazione dei corsi, non può prescindere da sistemi intelligenti.

## Bibliografia

- ANDERSON, C. (2006). *The long tail: why the future of business is selling less of more*. New York: Hyperion.
- AUSUBEL, D., NOVAK, J., & HANESIAN, H. (1978). *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd ed.). Holt, Rinehart and Winston.
- CAÑAS, A.J., A. V.-P. (2003). Using wordnet for word sense disambiguation to support concept map construction. *String Processing and Information Retrieval*, 350-359.
- DE MEDIO, C., GASPARETTI, F., LIMONGELLI, C., & SCIARRONE, F. (2017). Automatic extraction and sequencing of wikipedia pages for smart course building. *21st International Conference Information Visualisation, IV*.
- DE MEDIO, C., LIMONGELLI, C., MARANI, A., & TAIBI, D. (2019). Retrieval of Educational Resources from the Web: A Comparison Between Google and Online Educational Repositories. *Advances in Web-Based Learning – ICWL 2019*. 11841 LNCS, p. 28-38. Springer.
- DE MEDIO, C., LIMONGELLI, C., SCIARRONE, F., & TEMPERINI, M. (2020). A recommendation system for creating courses using the moodle e-learning platform. *Computers in Human Behavior*, 104.
- ELSAIED, O., LIMONGELLI, C., SCIARRONE, F., MARANI, A., & TEMPERINI, M. (2019). An on-line framework for experimenting with concept maps. *18th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, ITHET 2019*.
- GASPARETTI, F., MEDIO, C., LIMONGELLI, C., SCIARRONE, F., & TEMPERINI, M. (2018). Prerequisites between learning objects: Automatic extraction based on a machine learning approach. *Telematics and Informatics*, 3(35), 595-610.
- GOLDSMITH, T., & DAVENPORT, D. (1990). Assessing structural similarity of graphs. *Pathfinder associative networks: Studies in knowledge organization*, 75-87.
- MCCLURE, J., SONAK, B., & SUEN, H. (1999). Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity, and logistical practicality,” vol. 4, no. 36, pp. , 1999. *J. of Research in Science Teaching*, 4(36), 475-492.
- NOVAK, J. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 923–949.
- SCHVANEVELDT, R., DURSO, F., & DEARHOLT, D. (1989). Network structures in proximity data. (G. Bower, A cura di) *The psychology of learning and motivation*, 24, 249-284.



# Applicazioni dell'intelligenza artificiale nel Dipartimento di Scienze della Formazione – Roma Tre

Mauro Mezzini

## ABSTRACT

Recenti e spettacolari scoperte nel campo dell'Intelligenza Artificiale (IA) hanno consentito di realizzare tecnologie in grado di sostituire attività umane che non si pensava possibile, solo pochi anni fa, potessero essere fatte da sistemi automatici. Non è un caso che l'IA sia maggiormente impiegata negli ambiti che riguardano le tecnologie della comunicazione e dell'informazione, come ad esempio nei social media, per il rilevamento dei volti o il riconoscimento del parlato. In questo senso l'IA diventa l'evoluzione ultima e sofisticatissima di una linea di strumenti dedicati alla conservazione e trasmissione del pensiero e della comunicazione. Pertanto, il mondo dell'educazione si pone in un atteggiamento di massima attenzione e apertura di fronte a tali strumenti. Il Dipartimento di Scienze della Formazione ha, a tal proposito, avviato e concluso diverse applicazioni nell'ambito dell'IA al fine individuare quali linee e quali tratti si possono utilizzare di questa, per potenziare ed arricchire, ai massimi livelli, tutte le attività educative.

**PAROLE CHIAVE:** intelligenza artificiale, sistemi automatici, comunicazione, riconoscimento facciale.

## ABSTRACT

Recent and spectacular discoveries in the field of Artificial Intelligence (AI) have made it possible to create technologies that can replace human activities that were not thought possible, only a few years ago, could be made by automatic systems. It is no coincidence that AI is most widely used in areas involving communication and information technologies, such as in social media, for face detection or speech recognition. In this sense, AI becomes the latest and most sophisticated evolution of a line of tools dedicated to the conservation and transmission of thought and communication. Therefore, the world of education places itself in an attitude of maximum attention and openness to these tools. In this regard, the Department of Education has launched and concluded various applications in the field of AI in order to identify which lines and which traits can be used of this, to enhance and enrich, at the highest levels, all educational activities. .

**KEYWORDS:** artificial intelligence, automatic systems, communication, facial recognition.

## Introduzione

Gli avanzamenti spettacolari nell'ambito dell'intelligenza artificiale (IA), avvenuti nella storia recente, hanno avuto un effetto dirompente nel campo scientifico con ampie ed importanti ricadute nel mondo delle tecnologie, dai social networks al riconoscimento del viso, dai sistemi per l'analisi del linguaggio ai sistemi di guida autonoma.

Non è un caso che l'IA trovi attualmente un impiego massiccio nell'ambito delle tecnologie della comunicazione, come nei social media o nella messaggistica istantanea oppure nella ricerca di dati negli immensi archivi digitalizzati (big data).

I sistemi digitali rappresentano la punta estrema e più avanzata di una linea di apparati o tecnologie che l'essere umano, nel corso dei millenni, ha sviluppato per la comunicazione e per la memorizzazione dei saperi. I segnali di fumo, la pittura, l'invenzione della stampa, il cinema o le audiocassette e molti altri. Tutti questi sono strumenti o sistemi per la conservazione o la trasmissione, nello spazio e/o nel tempo del sapere umano, quale esso sia. Sistemi nei quali il nostro sapere si riflette come in uno specchio, e del quale abbiamo consapevolezza. Non a caso il selfie è uno dei gesti di gran lunga più effettuato in tutta la storia dell'umanità e di tutte le epoche combinate tra di loro.

Pertanto, il mondo dell'educazione si pone in un atteggiamento di massima attenzione e consapevolezza nei confronti delle tecnologie digitali.

Nel Dipartimento di Scienze della Formazione di Roma Tre, da anni attento alle tecnologie per la didattica e per l'educazione, si sono voluti realizzare alcuni progetti al fine di investigare quali utilizzi dell'IA possono portare benefici concreti nel mondo della formazione e dell'educazione.

L'Italia, è noto, non primeggia tra le nazioni dell'Unione Europea nel numero di laureati in generale, ed in particolare, nel numero di quelli nelle materie scientifiche, tecnologiche, ingegneristiche e matematiche. L'abbandono universitario è una piaga che determina innumerevoli ricadute negative e contribuisce all'abbassare il numero di laureati. Uno dei primi obiettivi, per contrastare tale andamento, è quello di conoscere il fenomeno dell'abbandono universitari.

Un primo utilizzo dell'IA è quello di modellare il fenomeno dell'abbandono universitario al fine di predire la probabilità che una studentessa possa abbandonare il corso degli studi.

Ciò al fine di poter poi fornire e provvedere tutte quelle attività e strumenti che possano facilitare l'inclusione e l'efficacia del progetto educativo.

Un altro ambito educativo nel quale ci siamo trovati ad investigare l'utilizzo dell'IA, è quello della didattica museale. In questo campo, al fine di progettare un percorso didattico museale che sia quanto più inclusivo possibile, occorre conoscere le preferenze e le attitudini dei fruitori di un museo.

Le attività di osservazione e profilazione si presentano come estremamente onerose, complesse sia nei tempi che nei modi, con il risultato che la loro rea-

lizzazione potrebbe essere effettuata in modo parziale e limitato rendendo poi di fatto i dati raccolti molto poveri e di scarsa efficacia.

L'utilizzo di sistemi automatici di osservazione si presenta pertanto come una soluzione vantaggiosa al problema del monitoraggio perché renderebbe tale attività poco costosa e fornirebbe al contempo una elevatissima quantità di dati che sarebbero raccolti con sistematicità, accuratezza e completezza. Con l'utilizzo di tecniche di IA è possibile realizzare sistemi di monitoraggio che siano al tempo stesso efficaci ed economicamente vantaggiosi.

### Predizione dell'abbandono universitario

Il fenomeno dell'abbandono universitario ha diversi effetti negativi: ha conseguenze a livello personale, familiare e, da un punto di vista sistematico, i bassi tassi di completamento del percorso universitario potrebbero portare ad un collo di bottiglia delle competenze della cittadinanza intera che può avere conseguenze sul piano economico e sociale, diminuendo la competitività, l'innovazione e la produttività di una intera nazione. Un obiettivo cruciale della strategia Europa 2020 è difatti quello di ridurre l'abbandono degli studi universitari cercando di ottenere almeno che il 40% dei cittadini di 30-34 anni completino il percorso di istruzione superiore (Vossensteyn et al, 2015). Un riconoscimento precoce del fenomeno dell'abbandono è il prerequisito fondamentale per ridurre i tassi dell'abbandono stesso (Burgalassi et al., 2016; Moretti et al., 2017; Carbone & Piras, 1998; Tinto, 1975; 1987; 2010).

Pertanto, ciò che si vuole realizzare è costruire un modello predittivo che sia in grado di prevedere, il prima possibile nella carriera universitaria, se uno studente abbandonerà gli studi o meno. A questo proposito si è deciso di procedere all'analisi dei dati del fenomeno dell'abbandono universitario tramite l'uso dell'IA.

Uno dei problemi più importanti nel campo dell'IA è il problema della *classificazione* (LeCun et al., 2015). In questo problema si ha un oggetto, che può essere un'immagine, un suono o una frase e si vuole associare a questo oggetto una classe presa all'interno di un insieme finito  $K$  di classi. Una rete neurale (RN) può essere vista infatti come una funzione che prende in input un oggetto  $x$  e produce un valore, chiamato la *classe* di  $x$ . La predizione è *corretta* quando  $x$  corrisponde alla classe vera dell'oggetto ed *incorretta* altrimenti. Contrariamente al paradigma classico della programmazione, dove il programmatore per progettare un algoritmo deve avere una profonda e completa conoscenza del problema di interesse, per implementare una RN il programmatore può anche essere del tutto ignaro del meccanismo o della semantica di classificazione.

Per fare sì che una RN produca corrette predizioni questa deve essere sottoposta ad un processo di *addestramento* (training). Questo consiste nel fornire alla RN un insieme di  $N$  oggetti chiamato *insieme di addestramento* (training

*set*). La classe vera  $f_{xi}$ , di ogni oggetto  $x_i$  nell'insieme di addestramento, è nota a priori. Per ogni oggetto nell'insieme di addestramento, il valore  $f_{xi}$  viene confrontato con la predizione  $\hat{x}_i$  della RN. Se il valore  $\hat{x}_i$  della predizione è differente dalla sua classe  $f_{xi}$ , la RN viene modificata al fine di minimizzare l'errore (Qian, 1999). Questo processo viene ripetuto centinaia di volte fino a che viene raggiunto un livello prefissato di errore oppure quando il livello di errore non migliora. Questo processo viene chiamato *apprendimento supervisionato* (*supervised learning*) ed è simile al processo di apprendimento che viene impiegato o negli esseri umani o negli animali.

Tra i differenti tipi di RN le RNC hanno acquistato molta popolarità negli ultimi anni grazie agli ottimi risultati ottenuti nella classificazione delle immagini (Krizhevsky et al., 2012).

Nel lavoro realizzato si sono utilizzati tre differenti architetture di RNC al fine di provare la loro efficienza per la costruzione del modello predittivo. Le prime due architetture, chiamate di seguito rispettivamente ResNetV2 (RNV2) e InceptionResNetV4 (IRNV4) rappresentano lo stato dell'arte nel campo delle RNC avendo realizzato i migliori risultati possibili o tra i migliori (alla data del 2017) nelle prove di classificazione di riferimento (*benchmark*) (Szegedy et al., 2017; He et al., 2016). La terza architettura, chiamata DFSV1 (Mezzini, Bonavolontà & Agrusti, 2019), è stata costruita al nostro interno attraverso alcune modificazioni delle architetture ResNet (He et al., 2016) e VGG (Simonyan & Zisserman, 2014).

È stato raccolto dall'ufficio amministrativo dell'Università Roma Tre (R3U), un insieme di dati relativi agli studenti iscritti presso il Dipartimento di Scienze della Formazione (DSF). L'ufficio amministrativo di R3U ha fornito molti (tra tutti quelli disponibili) degli attributi amministrativi di ciascun studente anche se alcuni dati sono stati censurati per motivi di privacy. Gli anni di iscrizione variano dal 2009 al 2014 per un totale di 6078 studenti dei quali 649 erano ancora attivi al momento dell'analisi dell'insieme di dati (Agosto 2018), ovvero ancora non avevano concluso il loro corso di studi, mentre i rimanenti 5429 avevano chiuso il loro corso di studi o laureandosi o abbandonando oppure per altre cause (come trasferimento ad altro ateneo o cambio del corso di laurea).

Questi studenti sono stati partizionati in 12 gruppi di 450 elementi (tranne l'ultimo che ne contiene 479). Indichiamo di seguito con  $P_i$  gli studenti di ciascun gruppo con  $i=0, \dots, 11$ .

Successivamente abbiamo eliminato da tutti i gruppi della partizione quegli studenti (in totale 118) che né abbandonano né si laureano nel DFS ovvero cambiano università o corso di laurea. Quindi ogni studente non attivo è classificato in due possibili modi: *nonAbbandona*, *Abbandona*.

Se dobbiamo predire l'abbandono universitario di uno studente al momento dell'iscrizione abbiamo a disposizione solo i suoi dati anagrafici fino all'anno 0. In generale per uno studente che inizia l'anno di iscrizione  $x$  conosciamo i dati fino all'anno  $x$ . Pertanto, abbiamo creato 4 tabelle denotate

come *studente*  $A_y$ , ciascuna contenente campi relativi ai dati amministrativi ed alle carriere fino all'anno  $y=0, \dots, 3$ .

Anno	Mod.	Validazione				Test							
		Abbandona		Laureato		Abbandona		Laureato		Accur.	Precis.	Rich.	F1
		Veri	Falsi	Veri	Falsi	Veri	Falsi	Veri	Falsi				
0	RNV2	166	105	111	50	144	138	121	38	60.1%	51.1%	79.1%	62.1%
0	INCRV4	183	120	96	33	151	155	104	31	57.8%	49.3%	83.0%	61.9%
0	DFSV1	160	96	132	43	159	116	113	54	61.5%	57.8%	74.6%	65.2%
1	RNV2	65	10	228	20	44	16	199	37	82.1%	73.3%	54.3%	62.4%
1	INCRV4	67	17	221	18	50	23	192	31	81.8%	68.5%	61.7%	64.9%
1	DFSV1	65	22	216	20	52	26	189	29	81.4%	66.7%	64.2%	65.4%
2	RNV2	35	6	228	15	15	6	221	21	89.7%	71.4%	41.7%	52.6%
2	INCRV4	38	13	221	12	17	8	219	19	89.7%	68.0%	47.2%	55.7%
2	DFSV1	33	6	228	17	14	4	223	22	90.1%	77.8%	38.9%	51.9%
3	RNV2	19	3	94	6	13	11	91	10	83.2%	54.2%	56.5%	55.3%
3	INCRV4	19	1	96	6	13	4	98	10	88.8%	76.5%	56.5%	65.0%
3	DFSV1	20	3	94	5	12	3	99	11	88.8%	80.0%	52.2%	63.2%

Tabella 1 – Dati di predizione sia dell'insieme di validazione che di quello di test che hanno dato i migliori risultati sull'indice F1 nell'insieme di validazione

Abbiamo quindi effettuato l'addestramento di 3 modelli basati su architetture RNC di cui abbiamo fatto menzione sopra per ogni anno fino all'anno 3 di iscrizione. Ciascun gruppo  $P_i$  è stato utilizzato a turno come insieme di validazione mentre il gruppo immediatamente successivo  $P_{i+1}$  come insieme di test ed infine gli studenti degli altri gruppi come insieme di addestramento.

Quindi si è proceduto all'addestramento di  $12 \times 4 \times 3$  modelli di RNC. Di ciascun modello si sono presi i dati del migliore tra i 12 gruppi utilizzando come indicatore la media armonica, denotata come F1, definita come segue. Indichiamo con AV, AF, LV ed LF rispettivamente il numero di studenti predetti dal modello che: veramente abbandonano (AV), che è falso che abbandonano (AF), che è vero che si laureano (LV) e che è falso che si laureano (LF). Sia l'indice di *precisione* dato dal rapporto tra AV e  $AV+AF$  mentre sia l'indice di *richiamo* il rapporto tra AV e  $AV+LF$ . Ovvero

$$\text{precisione} = \frac{AV}{AV+AF} \quad \text{richiamo} = \frac{AV}{AV+LF}$$

L'indice F1 viene definito come la media armonica tra l'indice di precisione e l'indice di richiamo ovvero

$$F1 = 2 \cdot \text{precisione} \cdot \text{richiamo} / (\text{precisione} + \text{richiamo})$$

In Tabella 1 sono riportati alcuni dei risultati della sperimentazione. Si mostrano i dati di predizione sia dell'insieme di validazione che di quello di test che hanno dato i migliori risultati sull'indice F1 nell'insieme di validazione.

Per valutare l'efficacia del modello proposto abbiamo inoltre effettuato un'analoga sperimentazione utilizzando le reti bayesiane. Dal confronto i risultati ottenuti confermano (anche se con poco scarto) che le RNC hanno delle prestazioni migliori rispetto alle reti bayesiane.

### IA per la didattica museale

È di generale interesse, per l'amministratore di un museo, ottenere informazioni e dati riguardanti i visitatori. È ovviamente di interesse conoscere il numero dei visitatori complessivi del museo ed i flussi (mensili, giornalieri oppure orari) di questi. Dati di tipo anagrafico come: l'età, il genere, la professione potrebbero veicolare informazioni importanti per la comprensione dell'andamento dell'offerta culturale o per il suo posizionamento.

È di interesse sapere, per esempio, quale è il tempo di visita del museo di ciascun visitatore, quali opere del museo questi ha visionato e per quanto tempo. Tali dati, andrebbero raccolti in modo sistematico ed accurato, per un certo numero di visitatori, in modo da fornire poi dati di tipo aggregato (medie, massimi, frequenze, ecc.) per un definito periodo di tempo. La conoscenza dei tempi e dei percorsi di visita fornisce anche un'indicazione su quali opere nel museo sono punti di attrazione e mantenimento del visitatore e quali invece sono quelle opere che sono state ignorate o poco visionate.

Si deve notare che se da una parte la conoscenza del numero di visitatori in un museo e la stima più o meno accurata dei flussi può essere facilmente rilevata mediante il monitoraggio dei biglietti venduti, la raccolta delle altre suddette informazioni si rileva ben più complessa. Un semplice questionario può essere sufficiente per comprendere informazioni di tipo anagrafico come età, genere, ecc.. In ogni caso la raccolta dei questionari richiede un minimo di collaborazione da parte dei visitatori ed un impiego più o meno rilevante di risorse del museo per la somministrazione, raccolta e successiva elaborazione di dati relativi ai questionari.

Il costo e le risorse necessarie alla raccolta dei percorsi museali, dei tempi di visita e stazionamento sulla singola opera si presenta chiaramente come un lavoro estremamente oneroso e complesso. Pertanto, solo con l'ausilio di sistemi automatici è ipotizzabile di riuscire a raccogliere informazioni di questo tipo. In questo lavoro si propone un sistema automatico di rilevazione dei per-

corsi di visita del museo basato su tecniche di rilevamento ed individuazione di immagini mediante reti neurali convolutive (RNC). Tale sistema risulta robusto ed accurato nella rilevazione dei dati e, al contempo, si presenta come economicamente vantaggioso e più accurato rispetto a sistemi automatici proposti nel passato.

In questo lavoro si propone un metodo di tracciamento dei visitatori del museo basato sul riconoscimento di oggetti ed immagini. I recenti avanzamenti nel campo del riconoscimento di oggetti all'interno di immagini rendono tale tecnologia molto affidabile nel riconoscimento di oggetti predefiniti. Le recenti scoperte sulle reti neurali convolutive RNC (Krizhevsky et al., 2012; LeCun et al., 2015) consentono facilmente di ottenere percentuali di accuratezza, sull'insieme di addestramento, molto vicine al 100%. Grazie a queste capacità è possibile addestrare una RNC per far riconoscere, con affidabilità quasi assoluta, un qualunque insieme di oggetti predefiniti.



Figura 1

Sulla base dell'osservazione precedente si è sviluppata l'idea del sistema di tracciamento del visitatore di un museo descritta di seguito.

Una RNC viene addestrata per il riconoscimento e l'individuazione all'interno di una immagine di un comune *tesserino*, come quelli utilizzati in convegni o conferenze (vedi Figura 1). Il visitatore di un museo viene quindi

invitato ad indossare, all'inizio della visita del museo, il tesserino per il quale la suddetta RNC è stata addestrata.

La RNC addestrata, come confermato dagli esperimenti effettuati, è in grado di riconoscere facilmente e con grande accuratezza il tesserino. All'interno del museo vengono quindi installate delle telecamere. Nel nostro caso delle semplici fotocamere come quelle di un telefonino o di un PC portatile sono sufficienti. Queste telecamere dovranno essere installate, all'interno del museo, in modo tale da poter inquadrare i visitatori del museo ovvero in modo che il tesserino sia visibile da almeno una telecamera. Una semplice ipotesi prevede l'installazione di una telecamera per ogni lato e per ogni sala del museo ad un'altezza che consenta di minimizzare i fenomeni di occultazione come nel caso in cui più persone si presentino allineate di fronte alla stessa telecamera a distanze diverse. Il costo di tali telecamere è talmente basso che, l'utilizzo di più telecamere rispetto a quanto sopra ipotizzato, inciderebbe sui costi del sistema in modo praticamente trascurabile.

Una volta acquisito il filmato (oppure on-line utilizzando hardware e software più efficiente e veloce), questo viene proposto, frame per frame, alla RNC per l'individuazione del tesserino, dove per *frame* si intende la singola immagine all'interno di un filmato.

L'*individuazione* dell'oggetto consiste nello stimare, per un certo numero di rettangoli all'interno del frame, una misura  $p$  compresa tra  $0 < p \leq 1$ . L'output della rete consiste quindi in un insieme di coppie  $p_i, \text{box}_i$ , dove  $p_i$  è la misura suddetta e  $\text{box}_i$  è un vettore di dimensione 4 che rappresenta le coordinate dei vertici del rettangolo per il quale la rete ha stimato il valore  $p_i$ . Le 2 coppie di coordinate dei vertici del rettangolo che racchiude l'oggetto nel vettore  $\text{box}_i$  verranno denotate in seguito come  $\text{box}_{iy1}, \text{box}_{ix1}$  per il vertice in alto a sinistra e  $\text{box}_{iy2}, \text{box}_{ix2}$  per il vertice in basso a destra. Qui l'indice  $0 \leq i \leq n$  individua il rettangolo  $i$ -esimo all'interno di ciascun frame ed  $n$  è il numero massimo di oggetti che si vogliono riconoscere in un singolo frame. Se il valore  $p_i$  supera una determinata soglia, ad esempio fissata a 0.6, si ritiene che il tesserino sia stato riconosciuto nel frame all'interno del  $\text{box}_i$ . Chiaramente è da considerarsi un *iperparametro* del sistema di riconoscimento. Si noti che per valori troppo bassi di  $p_i$  si potrebbero avere dei falsi positivi mentre, per valori troppo alti di  $p_i$ , il sistema potrebbe non riconoscere come positivi alcuni casi. Oltre al tesserino suddetto, la RNC, che abbiamo addestrato, riconosce anche la presenza di volti.

Supponiamo di utilizzare un singolo tesserino e vediamo come è possibile, tramite le rilevazioni effettuate dalla RNC ricavare la posizione spaziale del visitatore che lo indossa. Per prima cosa occorre stimare l'*ampiezza angolare* di ciascun pixel della telecamera. Ciò può essere realizzato nel seguente modo. Poniamo davanti alla telecamera, alla distanza unitaria, un oggetto anche questo di lunghezza unitaria e consideriamo il frame che contiene l'immagine così ripresa (vedi Figura 2 a destra). Con riferimento alla Figura 2, l'angolo è pari a  $2 \arctan 0.5$ . Se  $m$  è il numero di pixel all'interno del frame dell'oggetto avremo che ogni pixel ha un'ampiezza angolare  $\beta = m$ .

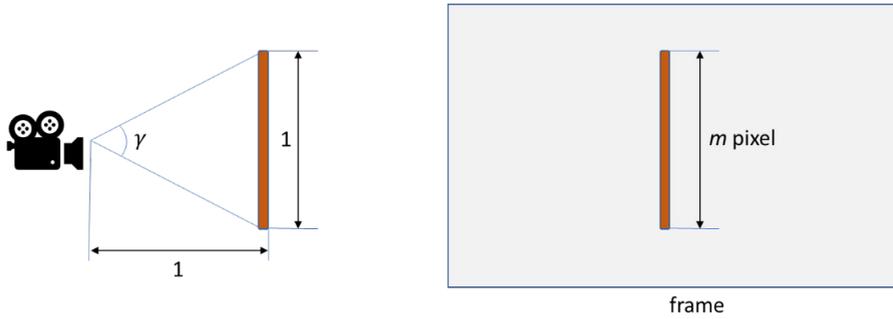


Figura 2 – Calcolo dell’angolo per ciascun pixel della telecamera

Conoscendo quindi le dimensioni reali del tesserino di Figura 1, che sono pari a  $H=14.0$  cm di altezza e  $L=10.5$  cm di larghezza è possibile ricavare la stima della distanza  $l$  del tesserino dalla telecamera mediante la seguente formula

$$l = H \tan\left(\frac{\delta}{2}\right) \quad (1)$$

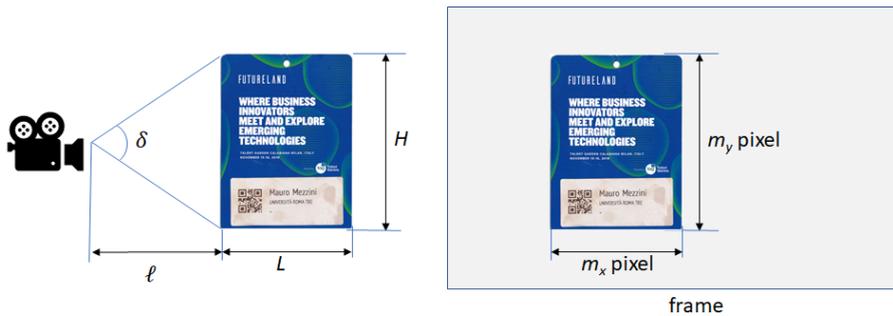


Figura 3 – Calcolo della distanza del tesserino dalla telecamera dove  $\delta = \beta m_y$

Dove, con riferimento alla Figura 3,  $m_y = \text{box}y1 - \text{box}y2$ . Nella formula (1) è possibile sostituire ad  $H$  la dimensione  $L$  ed al valore  $m_y$  il valore  $m_x = \text{box}x1 - \text{box}x2$ .

Nel sistema che abbiamo realizzato, entrambe le misure vengono stimate e la distanza del tesserino dalla telecamera viene poi calcolata con la media aritmetica di entrambe. Con un procedimento analogo si rileva anche l’angolo che il tesserino forma rispetto all’asse della telecamera sul piano orizzontale ovvero il piano parallelo al pavimento della stanza. Tale angolo rispetto alla telecamera del tesserino viene ricavato dalla differenza in pixel tra la coordinata

x del centro del rettangolo nel quale il tesserino viene rilevato e la dimensione in pixel della larghezza dell'immagine divisa 2.

Per la realizzazione della RNC si è utilizzato il software per il riconoscimento di oggetti utilizzato in (Huang et al., 2017). Per effettuare il training della rete si sono utilizzate un totale di 600 foto di cui 500 per l'insieme di addestramento e 100 per l'insieme di validazione. Sono state effettuate numerose verifiche della validità del sistema utilizzando diversi ambienti, diverse telecamere, diversi soggetti e diverse illuminazioni. È possibile visionare i video realizzati al link (Mezzini M., 2019). In Figura 4 riportiamo un frame dei video realizzati.

Si noti che il costo di un tesserino come quello mostrato in Figura 1, è talmente basso che questi vengono praticamente regalati ai partecipanti in convegni o congressi. Inoltre, le fotocamere richieste sono di tipo commerciale come quelle di un telefonino o di una webcam. Sulla base di queste osservazioni possiamo concludere che i costi del sistema di rilevamento dei visitatori sono estremamente bassi ed evidentemente minori di quelli proposti in (Lanir et al., 2017) ed a maggior ragione di quelli proposti in (M. G. Rashed et al., 2016) dove il costo di un singolo apparato LIDAR può arrivare a decine di migliaia di dollari.

Sulla base dell'esperienza personale di chi scrive, indossare un tesserino durante la partecipazione a convegni e conferenze, comporta una collaborazione praticamente nulla da parte del visitatore e viene percepito come un gesto naturale e normale. Inoltre, una volta indossato tale tesserino, il visitatore tende a mantenerlo con sé e dimentica quasi di indossarlo. Pertanto, non si prevede un problema di accettazione da parte del visitatore a partecipare al sistema di rilevamento.

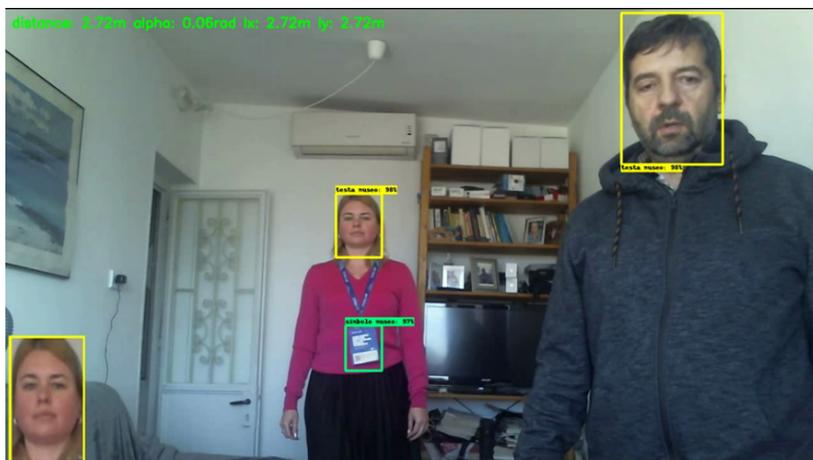


Figura 4

Il sistema proposto inoltre rileva opzionalmente anche i volti dei visitatori che indossano il tesserino. Tale elemento, non rilevabile da alcun sistema precedente, potrebbe essere impiegato per un'analisi qualitativa dell'esperienza emotiva del visitatore.

Anche stime rozze dei parametri della telecamera, come l'ampiezza angolare, consentono comunque di ottenere una precisione accurata al centimetro ed una risoluzione temporale di 30 rilevazioni al secondo, precisione queste di gran lunga superiori a quelle che ci si aspetterebbe per un sistema di rilevazione dei percorsi dei visitatori. Inoltre, non si pone, come nel caso del sistema proposto in (Lanir et al., 2017), un problema di rilevazione del segnale quando il visitatore è posto lontano dalla più vicina centralina di rilevamento. Per queste ragioni il metodo proposto in questo lavoro risulta competitivo o migliore di quelli già presenti in letteratura.

## Bibliografia

- BURGALASSI, M., BIASI, V., CAPOBIANCO, R., & MORETTI, G. (2016). Il fenomeno dell'abbandono universitario precoce. Uno studio di caso sui corsi di laurea del Dipartimento di Scienze della Formazione dell'Università «Roma Tre». *Giornale Italiano di Ricerca Didattica/Italian Journal of Educational Research*, 17, 131-152.
- BURGALASSI, MARCO, BIASI, V., CAPOBIANCO, R., & MORETTI, G. (2017). The phenomenon of Early College Leavers. A case study on the graduate programs of the Department of Education of "Roma Tre" University. *ITALIAN JOURNAL OF EDUCATIONAL RESEARCH*, 0(17), 105-126.
- CARBONE, V. & PIRAS, G. (1998). Palomar Project: Predicting School Renouncing Dropouts, Using the Artificial Neural Networks as a Support for Educational Policy Decisions. *Substance Use & Misuse*, vol. 33, no. 3, 717-750.
- HE, K., ZHANG, X., REN, S., & SUN, J. (2016). Deep residual learning for image recognition. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 770-778.
- HUANG, J., RATHOD, V., SUN, C., ZHU, M., KORATTIKARA, A., FATHI, A., FISCHER, I., WOJNA, Z., SONG, Y., GUADARRAMA, S., & MURPHY, K. (2017). Speed/Accuracy Trade-Offs for Modern Convolutional Object Detectors. *2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 3296-3297. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.351>
- KRIZHEVSKY, A., SUTSKEVER, I., AND HINTON, G.E. (2012). Imagenet classification with deep convolutional neural networks. In Pereira, F., Burges, C. J. C., Bottou, L., and Weinberger, K. Q., editors, *Advances in Neural Information Processing Systems 25*, pages 1097-1105. Curran Associates, Inc.
- LANIR, J., KUFLIK, T., SHEIDIN, J., YAVIN, N., LEIDERMAN, K., & SEGAL, M. (2017). Visualizing museum visitors' behavior: Where do they go and what do they do there? *Personal and Ubiquitous Computing*, 21(2), 313-326. <https://doi.org/10.1007/s00779-016-0994-9>
- LECUN, Y., BENGIO, Y., AND HINTON, G.E. (2015). Deep learning. *Nature* 521(7553):436-444.
- MEZZINI, M. (2019) [http://host.uniroma3.it/docenti/mezzini/inclusive\\_memory.html](http://host.uniroma3.it/docenti/mezzini/inclusive_memory.html)
- MEZZINI, M. (2016). On the geodetic iteration number of the contour of a graph. *Discrete Applied Mathematics*, 206, 211-214. <https://doi.org/10.1016/j.dam.2016.02.012>
- MEZZINI, M. (2018). Polynomial time algorithm for computing a minimum geodetic set in outerplanar graphs. *Theoretical Computer Science*, 745, 63-74. <https://doi.org/10.1016/j.tcs.2018.05.032>

- MEZZINI, M., & MOSCARINI, M. (2015). On the geodeticity of the contour of a graph. *Discrete Applied Mathematics*, 181, 209-220. <https://doi.org/10.1016/j.dam.2014.08.028>
- MEZZINI, M., & MOSCARINI, M. (2016). The contour of a bridged graph is geodetic. *Discrete Applied Mathematics*, 204, 213-215. <https://doi.org/10.1016/j.dam.2015.10.007>
- MEZZINI, M., BONAVOLONTÀ, G., & AGRUSTI, F. (2019). Predicting university dropout by using convolutional neural networks. In *INTED2019*.
- MORETTI, G., BURGALASSI, M., & GIULIANI, A. (2017, marzo). ENHANCE STUDENTS' ENGAGEMENT TO COUNTER DROPPING-OUT: A RESEARCH AT ROMA TRE UNIVERSITY. 305-313. <https://doi.org/10.21125/inted.2017.0200>
- QIAN, N. (1999). On the momentum term in gradient descent learning algorithms. *Neural networks*, 12(1), 145-151.
- RASHED, M.G., SUZUKI, R., YONEZAWA, T., LAM, A., KOBAYASHI, Y., & KUNO, Y. (2016). Tracking Visitors in a Real Museum for Behavioral Analysis. 2016 Joint 8th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS) and 17th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS), 80-85. <https://doi.org/10.1109/SCIS-ISIS.2016.0030>
- SIMONYAN, K. & ZISSERMAN, A. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *arXiv preprint arXiv:1409.1556*.
- SZEGEDY, C., IOFFE, S., VANHOUCKE, V., & ALEMI, A.A. (2017). Inception-v4, inception-resnet and the impact of residual connections on learning. In *Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence*.
- TINTO, V. (1975). Dropout from higher education: A theoretical synthesis of recent research. *Review of educational research*, 45(1), 89-125.
- VOSENSTEYN, J.J., KOTTMANN, A., JONGBLOED, B.W.A., KAISER, F., CREMONINI, L., STENSAKER, B., ... WOLLSCHIED, S. (2015). Dropout and completion in higher education in Europe: main report. <https://doi.org/10.2766/826962>



# Sulla necessità dell'apprendimento per l'Intelligenza artificiale

Teresa Numerico

## ABSTRACT

Lo scopo di questo articolo è la descrizione delle strette relazioni tra apprendimento e intelligenza artificiale (AI) a partire dai suoi inizi. Basandosi su alcune citazioni di Alan Turing, Norbert Wiener e Joseph Weizenbaum, mostrerò che la sfida dell'IA era principalmente basata sulla capacità della macchina di imparare dall'esperienza. Inoltre, gli sviluppi attuali dell'IA più promettenti dipendono dall'ampia definizione di apprendimento, compreso il deep learning. La definizione è necessariamente sufficientemente allentata da poter includere tutti i cambiamenti di comportamento basati su parametri stabiliti, in modo che la macchina possa cambiare le sue reazioni in base ai segnali che riceve. Sebbene l'apprendimento e l'esperienza non siano la stessa cosa per le macchine e gli esseri umani, l'obiettivo dell'IA è quello di generalizzare i concetti in modo che anche ciò che accade all'interno delle macchine possa essere rappresentato come un proxy dell'attività umana di apprendere dall'esperienza.

PAROLE CHIAVE: Apprendimento, Deep learning, Esperienza, Intelligenza artificiale

## ABSTRACT

The aim of this paper is the description of the close relationships between learning and artificial intelligence (AI) starting from its very beginnings. Building on some citations by Alan Turing, Norbert Wiener and Joseph Weizenbaum, I will show that the challenge of AI was mainly based on the capability of the machine to learn from experience. Also, the most promising AI developments at present depend on the broad definition of learning, including deep learning. The definition is necessarily loosened enough that it can include all changes of behaviors based on established parameters, so that the machine can change its reactions according to the signals it receives. Though learning and experience are not the same for machines and human beings, the goal of AI is to generalize the concepts so that what happens inside the machines can be represented as a proxy of the human activity of learning from experience.

KEYWORDS: Learning, Deep learning, Experience, Artificial intelligence

Intelligenza artificiale e *machine learning*

Uno dei settori più promettenti e di successo dell'intelligenza artificiale è al momento il *machine learning*, cioè la capacità di costruire macchine in grado di apprendere, e in particolare il *deep learning*<sup>1</sup>, deep in questo caso viene dall'introduzione di diversi strati nella rete di apprendimento. Sebbene molte cose siano cambiate nell'ambito dell'intelligenza artificiale dagli anni Cinquanta oggi, non è cambiato il profondo legame tra intelligenza meccanica e apprendimento.

La definizione di che cosa sia un programma di *machine learning* di Tom Mitchell è:

A computer program is said to learn from experience  $E$  with respect to some class of tasks  $T$  and performance measure  $P$  if its performance at tasks in  $T$ , as measured by  $P$ , improves with experience  $E$  (Mitchell, 1997)

Si tratta di una descrizione operativa di come possiamo riconoscere un algoritmo capace di apprendere dall'esperienza, dal momento che non possiamo considerare apprendimento quando il compito viene precisato completamente dal programma. Tuttavia, da questa definizione possiamo evincere che per parlare di apprendimento è necessario avere una descrizione precisa del compito, una misura della performance e una serie di esperienze che possono essere usate come esempi perché l'apprendimento abbia luogo.

In effetti al di là del rapporto stretto tra intelligenza meccanica e apprendimento, che vedremo intervenire fin dai primi passi del settore, il termine *machine learning* viene usato in prima battuta in relazione ai giochi come scacchi e dama.

«Studies proved that it is possible to devise learning schemes that will outperform an average person and that such learning schemes may someday be economically feasible as applied to real-life situations» (Samuel 1960)

Il problema che si pone quando pensiamo all'apprendimento in un contesto di tipo umano è la definizione corretta di una funzione di apprendimento. Nel caso dei giochi come scacchi, dama e go è possibile avere chiaro almeno l'obiet-

---

<sup>1</sup> Il termine *deep learning* è preso in prestito da uno studio sugli stili di apprendimento tra gli studenti. Secondo alcuni studi gli studenti si dividono in due gruppi rispetto alle strategie di apprendimento deep e surface. La differenza dipende dall'interesse a una comprensione profonda di un testo, ad avere nuove idee, a trovare delle argomentazioni originali, a imparare profondamente oppure se l'apprendimento è finalizzato principalmente a superare l'esame come un ostacolo da lasciarsi alle spalle e si cerca di imparare il più possibile a memoria senza andare oltre la lettera del testo (*surface learning*). Non è questa la sede per un approfondimento sugli stili di apprendimento che comunque andrebbero visti più come un continuum che come una divisione netta. Per maggiori approfondimenti sul tema cfr. Schmeck, R.R. (Ed.). (1988). *Learning strategies and learning styles*. Springer Science & Business Media, New York. Come si può notare si tratta di una trasformazione del concetto perché il *deep learning* negli esseri umani si riferisce a un tipo di apprendimento di tipo profondo e critico, mentre nel caso delle reti neurali del *deep learning*, deep si riferisce alla stratificazione dell'apprendimento e quindi all'impossibilità di controllare i passaggi intervenuti per passare dall'input all'output del processo di apprendimento. Per un'analisi critica delle tecniche di machine learning attualmente più promettenti cfr. Numerico T. (in corso di stampa) *Big Data e algoritmi*, Carocci, Roma, capp. 4-5.

tivo del processo: vincere la partita. L'obiettivo consente di orientare la struttura dell'apprendimento, la costruzione delle ricompense e i cosiddetti *bias* di apprendimento. Quando invece ci troviamo in contesti nei quali non è chiaro fino in fondo quale sia l'obiettivo, perché siamo in situazioni di vita reale dove lo spazio del problema non è facile da definire, diventa più oscuro come valutiamo i passi di apprendimento e cosa consideriamo un successo. D'altra parte, l'apprendimento è efficiente quando siamo stupiti dal comportamento della macchina, ma nello stesso tempo vogliamo essere in controllo del processo. La doppia complessità legata all'obiettivo del processo e alla funzione di valutazione apre di fronte a noi scenari difficili da interpretare in relazione a contesti incerti. Come valutiamo un algoritmo per la raccomandazione rispetto alla sua capacità di apprendimento? Quali sono i parametri con i quali misuriamo l'efficienza di un algoritmo che suggerisce il candidato migliore per un posto di lavoro? I meccanismi di valutazione nascondono delle scelte strategiche sul valore delle variabili considerate, ma queste scelte non sono chiaramente indicate.

### Weizenbaum e la critica al software come teoria

Weizenbaum appartiene alla tradizione dell'intelligenza artificiale originaria, quella discendente da Turing. Si interessava dell'ambito del *Natural language processing*. Come inventore del famoso chatbot Eliza – capace di interpretare, in una conversazione, una psicoanalista rogersiana – Weizenbaum sapeva bene quanto fossero controversi e complessi i rapporti tra teoria e modelli. Eliza, dal nome della fioraia del Pigmaliote di George Bernard Shaw plasmata dal prof. Higgins, era un software in grado di svolgere il ruolo della psicologa in una psicoterapia. Il software mimava le domande per indagare le cause di sofferenza dei potenziali pazienti al punto da essere capace di superare una versione ristretta del test di Turing<sup>2</sup>. Fu il modello di una lunga lista di chatbot, compresi gli assistenti personali come Google Assistant, Cortana, Alexa e Siri: e dei più recenti Large Language Models come ChatGPT, Bard, Claude. Il successo inaspettato che Weizenbaum sperimentò lo spinse a assumere una posizione critica nei confronti dei software di intelligenza artificiale. Molte persone, anche con un alto grado di istruzione, erano disposte ad attribuire l'intelligenza al software, sebbene fosse stato sviluppato come un *divertissement* e non come un vero esperimento di interazione linguistica con gli esseri umani.

---

<sup>2</sup> Il gioco dell'imitazione poi noto come Test di Turing fu proposto da Turing in un famoso articolo del 1950 e prevedeva di chiudere due concorrenti di cui uno era la macchina in stanze inaccessibili e dotarli di telescrivente per rispondere alle domande della giuria. La giuria doveva essere di non esperti tecnologicamente e doveva fare domande su qualsiasi argomento. Se la macchina fosse stata capace di ingannare la giuria in una certa percentuale dei casi, rispondendo alle domande per scritto come se fosse un essere umano, allora il test si considerava superato. Il test ebbe tantissimo successo, anche in versioni diverse da quella originale per valutare la capacità dei dispositivi artificiali di partecipare a una conversazione.

La tendenza ad affidarsi alla tecnologia da parte degli umani rendeva meno stringente l'analisi di un eventuale modello teorico che dovesse essere usato come spiegazione. Secondo lui, una decisione non corrisponde necessariamente a una scelta, perché nella scelta era inclusa anche una valutazione umana e una assunzione di responsabilità, cosa che i dispositivi non potevano assicurare, sebbene potessero prendere delle decisioni. Negli anni Settanta aveva già chiaro il problema di una possibile divaricazione tra agency e responsabilità.

A suo avviso la tecnologia non ha impatto solo sulla realtà circostante come processo di trasformazione delle sue caratteristiche, ma anche sul modo in cui riflettiamo la nostra immagine nel mondo modificato dalla nostra volontà di intervento. Gli strumenti, cioè, sono, a certe condizioni, dei modi per guardare al funzionamento della nostra interazione con loro e costituiscono una mediazione tra noi e il mondo esterno. La tecnologia diversamente dalla scienza è un modo per costruire l'ambiente circostante, una prescrizione su come si debbano comportare i fenomeni, e non una descrizione di come sono. In tal modo consentono di riprogettare il mondo che ci circonda per renderlo più alla nostra portata.

They [tools] are then part of the stuff out of which man fashions his imaginative reconstruction of the world. It is within the intellectual and social world he himself creates that the individual prehearses and rehearses countless dramatic enactments of how the world might have been and what it might become. That world is the repository of his subjectivity. Therefore, it is the stimulator of his consciousness and finally the constructor of the material world itself. It is this self-constructed world that the individual encounters as an apparently external force. But he contains it within himself; what confronts him is his own model of a universe, and, since he is part of it, his model of himself (Weizenbaum 1976, 18).

La tesi di Weizenbaum, quindi, è che quando si inventano gli strumenti, contestualmente si attiva una trasformazione del mondo che implica un cambiamento anche di ciò che percepiamo come umano, in quanto l'essere umano è parte del mondo che con lo strumento si sta riorganizzando. La definizione delle tecniche non si limita a modificare la relazione con l'esterno nel senso di una facilitazione e di una riprogettazione di alcune pratiche, ma spinge a una nuova definizione della soggettività, che per Weizenbaum riguarda il riflettersi della soggettività nell'oggetto tecnico, in quanto parte integrante della rappresentazione dell'esterno. Il processo di apprendimento e di trasformazione dello sguardo sul mondo è sempre attivo quando si progettano nuovi strumenti. Questi, infatti, sono sempre oggetto del percorso che consente di costruire il mondo e di lasciare un'eredità transgenerazionale. L'apprendimento è quindi parte integrante del progetto di riorganizzazione del mondo perché permette agli strumenti di intervenire.

## Il linguaggio come collegamento

Anche Alan Turing, uno dei pionieri dell'intelligenza artificiale, era convinto prima di Weizenbaum che l'apprendimento fosse la chiave di volta dell'esibizione di intelligenza da parte delle macchine. Nel 1948 Turing individua alcuni campi secondo lui adatti ad essere oggetto di apprendimento da parte delle macchine. Essi sono vari giochi come scacchi, dama, bridge, poker, tris, l'apprendimento dei linguaggi, la traduzione dei linguaggi, crittografia, matematica: "of the above possible fields the learning of languages would be the most impressive, since it is the most human of these activities. The field seems however to depend rather too much on sense organs and locomotion to be feasible" (Turing 1948, in Copeland 2004, 421)

Se le macchine sapessero maneggiare il linguaggio questo sarebbe davvero un evento notevole, ma il linguaggio naturale sembra dipendere troppo dalla componente locomotoria per essere padroneggiato da un dispositivo digitale.

Il linguaggio svolge un ruolo essenziale per Turing perché è lo strumento principale di un addestramento il più possibile simile a quello umano. Egli suggerisce che sebbene sia necessario abbandonare il progetto di costruire un uomo nella sua interezza, sarebbe 'unfair', iniquo, pensare di utilizzare una macchina che esce da una fabbrica e metterla in competizione con un laureato all'università. Il laureato, infatti ha avuto contatti con esseri umani da quanto è nato. Questo contatto ha modificato i suoi modelli di comportamento e alla fine del periodo gli ha consentito di instaurare una serie di routine standard che stanno al posto del funzionamento del cervello qualora fosse lasciato senza addestramento. Lui potrebbe, quindi, fare delle variazioni sul tema delle procedure standard o applicarle in contesti diversi: "we may say then that in so far as a man is a machine he is one that is subject to very much interference. In fact interference will be the rule rather than the exception. He is in frequent communication with other men, and is continually receiving visual and other stimuli which themselves constitute a form of interference" (Turing 1948, in Copeland 2004, 421).

L'interferenza costituisce l'altro elemento che rende del tutto privo di senso parlare di macchinico in un senso tradizionale del termine in riferimento alla proposta di Turing. L'interferenza riguarda il carattere situato della conoscenza e la sua costitutiva e intima produzione collettiva e sociale. Solo attraverso il contributo delle routine appartenenti alla comunità è possibile offrire un elemento di integrazione individuale e creativa e quindi produrre l'innovazione che caratterizza l'intelligenza umana. L'interferenza e l'interazione con un maestro esperto di tecniche di pedagogia e non di elettronica sono al cuore del funzionamento della proposta di apprendimento della macchina per Turing. Solo lo sfruttamento delle potenzialità offerte dall'interazione consente di accedere a quell'elemento che egli chiama iniziativa da parte della macchina che può garantire l'espletamento di compiti intelligenti. Senza iniziativa la macchina resta inchiodata a ripetere le stesse istruzioni impartite dal programma-

tore e non essere quindi in grado di sorprenderne le previsioni (1950). L'iniziativa è qualcosa di indefinibile se non per contrasto con la disciplina, cioè il rispetto delle regole. L'iniziativa è quello che eccede la ripetizione e l'automatismo, mostrando una dose di originalità.

Il processo educativo è un processo interattivo tra le competenze del maestro e le capacità della macchina di metterle a frutto (si tratta quindi di concepire un dispositivo ibrido o meticcio). Tale connubio è possibile solo a partire da una concezione del linguaggio come un dispositivo di comunicazione e non di rappresentazione della conoscenza (come sarà invece nell'ambito dell'IA classica), un dispositivo che viene a prendere informazioni attraverso l'uso dell'interferenza (sia dall'ambiente circostante, sia dalle precise intenzioni del maestro). Se questo è il processo educativo al quale sta facendo riferimento Turing, allora possiamo dire che il linguaggio sia uno strumento di comunicazione e il dispositivo al quale ritiene di poter ispirare quei risultati è molto lontano dall'essere una macchina in senso tradizionale: "In order for the machine to be interesting as an intelligent subject it is necessary to allow it to make mistakes as the human being (even if he/she is a mathematician) does; If the machine could 'learn by experience' it would be much more impressive; Turing imagines to take a simple machine and "by subjecting it to a suitable range of 'experience' transform it into one which was more elaborate, and was to deal with a far greater range of contingencies [...] The criterion as to what would be considered reasonable in the way of 'education' cannot be put into mathematical terms" (Turing 1951, in Copeland 2004, 473).

L'educazione alla quale pensa Turing per la sua macchina non può limitarsi a un meccanismo puramente automatico come può essere un algoritmo di apprendimento per il riconoscimento di schemi nelle serie dei dati. L'educazione è un'attività discorsiva che dipende dalla capacità didattica del maestro che non deve essere esperto di tecnologia, ma di tecniche di insegnamento. L'educazione non può svolgersi seguendo le regole della matematica e la macchina deve poter sbagliare per imparare.

### L'educazione nei contesti incerti

Turing affronta un altro aspetto che ci può essere utile per comprendere la posta in gioco del *machine learning* quando discute di come debba avvenire il processo di educazione. Posto che la macchina debba apprendere, cioè deve essere sottoposta a un processo educativo, sarebbe possibile partire da una macchina base non molto intelligente e farle seguire un addestramento preciso: "this process could probably be hastened by a suitable selection of experiences to which it was subjected. This might be called 'education'. But here we have to be careful. It would be quite easy to arrange the experiences in such a way that they automatically caused the structure of the machine to build up into a previously intended form, and this would obviously be a gross form of cheat-

ing, almost on a par with having a man inside the machine” (Turing 1951/2004, p. 473).

In questo passo Turing introduce un altro elemento rilevante per la nostra discussione. Come possiamo considerare il training set, cioè l’insieme delle informazioni che, nel caso dell’apprendimento supervisionato, costituiscono la guida per insegnare alla macchina a riconoscere modelli nei dati? Quei dati sono inseriti da lavoratori che etichettano e organizzano le informazioni di addestramento per la macchina, oppure nel caso degli algoritmi ad apprendimento non supervisionato, la macchina le ricava direttamente, ma sempre seguendo le direttive degli algoritmi che stabiliscono come intendere e come riconoscere somiglianze e differenze.

Siamo nel contesto dell’inganno suggerito da Turing? Che cosa significa addestrare la macchina? Tutte domande che dal punto di vista epistemologico dovremmo farci per comprendere in che senso e a quali condizioni possiamo davvero considerare intelligente l’operato degli algoritmi che organizzano i dati disponibili.

### Wiener e l’apprendimento come feedback

L’ultima prospettiva che voglio citare è quella di Norbert Wiener, padre della cibernetica che definisce l’apprendimento come un sistema complesso di feedback, reintroducendo in un certo senso un meccanismo di aggiustamento e adeguamento al mondo circostante al cuore dell’apprendimento, sia pure frutto di processo complesso che avviene a livello neuronale. L’apprendimento è una delle esemplificazioni del concetto di feedback:

[feedback is] the property of being able to adjust future conduct by past performance. Feedback may be as simple as common reflex, or it may be a higher order feedback, in which past experience is used not only to regulate specific movement, but also whole policies of behavior. Such a policy-feedback may, and often does, appear to be what we know under one aspect as a conditioned reflex, and under another as learning (Wiener 1950/1954: 33).

Questa posizione, sebbene da un punto di vista differente, è congruente con la tesi che l’apprendimento riguardi un sistema di reazione agli stimoli che come tale può essere totalmente guidato dall’esterno, sebbene nell’apprendimento avvenga seguendo metodi non lineari. L’argomentazione di Wiener sostiene la possibilità di accomunare le reazioni degli esseri viventi, e tra questi degli umani, con quelle delle altre macchine tecniche e inorganiche. I due tipi di soggetti sono equiparati nella volontà di ridurre, sia pure temporaneamente, la tendenza entropica al disordine della materia, e di creare delle piccole zone

di ordine e di equilibrio, che consentano lo scambio e la comunicazione e rendano possibile un differimento del disordine.

Questo stesso argomento viene usato anche da Bernard Stiegler, prematuramente scomparso, quando parlava di tecniche che dovrebbero contribuire a sviluppare la negentropia, attraverso la costruzione di un'economia che sappia valorizzarla, entro uno spazio che deve essere ingovernabile e imprevedibile (2019).

### Osservazioni finali

Macchine e esseri viventi quindi usano il feedback per preservare la propria condizione e scambiarsi messaggi. Il sistema nervoso e le macchine automatiche per Wiener possono essere considerati simili in quanto prendono le decisioni sulla base delle decisioni che hanno preso in passato, che è un modo per comprendere cosa significhi apprendere dall'esperienza. Si dà il caso, però, che quello che conta nell'apprendimento sia anche il suo carattere di originalità e non tanto o non soltanto passato.

Prendendo, quindi, come punto di riferimento dell'intelligenza il concetto di apprendimento siamo di fronte a un'ambivalenza. Da una parte la funzione di apprendimento deve essere inaspettata per dare davvero l'impressione che la macchina apprenda dall'esperienza. Ma la sorpresa al di fuori dei contesti nei quali è possibile fissare con chiarezza una funzione obiettivo dell'apprendimento, come nel caso dei giochi (scacchi, dama, go), introduce l'incertezza sull'affidabilità del processo di apprendimento. È il caso di algoritmi famosi per essere esplicitamente pregiudiziali nell'apprendimento come la confusione nel riconoscimento immagini di Google tra un gorilla e una donna nera o il Chatbot Tay di Microsoft che dopo poche ore ha dovuto essere ritirato perché aveva imparato argomenti e atteggiamenti razzisti dall'interazione in rete con altri utenti (Hunt 2016).

L'apprendimento e l'organizzazione del sapere sono comunque frutto di rapporto con il potere, come suggerisce anche Fei-Fei Li (Hempel 2018). Lei è una degli inventori di Imagenet, una grande banca dati che ha permesso di fare passi da giganti nell'ambito del riconoscimento delle immagini dopo aver addestrato gli algoritmi a riconoscere il contenuto dei milioni di foto, usando i dati prodotti da migliaia di collaboratori che hanno incluso nei milioni di foto di training tag descrittivi. Chi decide come è organizzato il sistema di apprendimento sono gli esseri umani e altri esseri umani sono destinatari degli effetti di quelle decisioni. Intelligenza, apprendimento, esperienza sono concetti costantemente ridefiniti dalla volontà collettiva. È su questo che bisogna continuare a riflettere per tenere aperta la possibilità di scoprire nuove e inaspettate conoscenze.

## Bibliografia

- COPELAND, J. (2004) (a cura di) Turing A.M. *The essential Turing Clarendon Press, Oxford.*
- HEMPEL, J. (2018) Fei-Fei Li's quest to make AI better for humanity. *Wired*, 13/11/2018, <https://www.wired.com/story/fei-fei-li-artificial-intelligence-humanity/>
- HUNT, E. (2016). Tay, Microsoft's AI chatbot, gets a crash course in racism from Twitter. *The Guardian*, 24/3/2016, <https://www.theguardian.com/technology/2016/mar/24/tay-microsofts-ai-chatbot-gets-a-crash-course-in-racism-from-twitter> (ultima consultazione 10/08/2019).
- MITCHELL, T. (1997). *Machine Learning*. McGraw Hill, New York.
- NUMERICO, T. (in corso di stampa) *Big Data e algoritmi*, Carocci, Roma.
- SAMUEL, A.L. (1960). Programming computers to play games. In *Advances in Computers* Vol. 1, pp. 165-192). Elsevier, [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(08\)60608-7](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60608-7)
- SCHMECK, R.R. (Ed.). (1988). *Learning strategies and learning styles*. Springer Science & Business Media, New York.
- STIEGLER, B., RONCHI, R. (2019) *L'ingovernabile*, Il Nuovo Melangolo, Genova.
- TURING, A.M. (1948/2004). *Intelligent machinery* (1948), in Copeland 2004, pp. 410-432.
- TURING, A.M. (1950/2004) *Computing machinery and intelligence*. *Mind*, 59(236), 433-460, in Copeland 2004, pp. 441-464.
- TURING, A.M. (1951/2004) *Intelligent machinery: a heretical Theory*, in Copeland 2004: 472-475.
- WEIZENBAUM, J. (1976). *Computer power and human reason*. New York: Penguin Books.
- WIENER, N. (1950/1954). *The human use of human beings*. Boston: Houghton Mifflin.



## Tra intelligenza umana e artificiale: le life-skills cognitive

Demis Basso

### ABSTRACT

Quando si parla di intelligenza artificiale si prende come riferimento l'intelligenza umana. Tuttavia, manca una definizione chiara di cosa sia l'intelligenza senza fare riferimento ad altre abilità cognitive, e non viene indicato il valore aggiunto di tale concetto. Nel presente lavoro si propone di superare il concetto di intelligenza e di sostituirlo con il costrutto delle life-skills, promosse dall'Organizzazione Mondiale della Sanità. Vengono quindi descritte le quattro life-skills cognitive, identificate come punto di partenza per orientare e valutare la ricerca in intelligenza artificiale e si presentano alcuni limiti di applicazione dell'ipotesi.

**PAROLE CHIAVE:** Life-skills, Intelligenza, Resilienza, Processi cognitivi, Intelligenza artificiale.

### ABSTRACT

When considering artificial intelligence, the benchmark is human intelligence. However, a clear definition of intelligence without addressing other cognitive skills is missing, so as the added value of such a concept. In the present work it is proposed to overcome the concept of intelligence and to replace it with the construct of life-skills, as promoted by the World Health Organization. The four cognitive life-skills are then presented, being considered as the starting point to orient and evaluate research in artificial intelligence, while presenting limitations for the application of such an hypothesis.

**KEYWORDS:** Life-skills, Intelligence, Resilience, Cognitive processes, Artificial intelligence.

## Tra intelligenza umana e artificiale: le life-skills cognitive

Il tema del convegno unisce educazione e intelligenza artificiale. Parlando di intelligenza artificiale (IA), si parte quasi automaticamente da un assunto: per misurare le abilità di un software o un hardware si parte da punti di riferimento umani. L'intelligenza è un costrutto inventato dalle persone e, come tale, considera abilità e funzioni nelle persone stesse. Quindi, quando si pensa che qualcosa mostri "intelligenza artificiale" si sottintende che le abilità e/o le fun-

zioni mostrate siano simili o migliori di quelle umane, ma il confronto si basa sugli stessi parametri. Alla base del paragone c'è il concetto di "intelligenza".

### Sulla definizione di "intelligenza"

Se vi chiedessi cosa sia l'intelligenza, che risposte mi daresti? Quand'è che si può dire di una persona (un animale, un vegetale, un oggetto artificiale) che sia intelligente? Prendetevi un po' di tempo per dare una vostra risposta, prima di continuare a leggere.

In base alla mia esperienza, è probabile che abbiate definito l'intelligenza come "quella (o quelle) abilità cognitive di base che aiuta a risolvere problemi in qualunque ambiente o circostanza", confermando quanto dedotto da Legg e Hutter nella loro review della letteratura (2007). Quindi, una definizione di intelligenza con valenza adattiva e pragmatica. Si passa l'idea che una persona ben adattata al proprio ambiente sia intelligente. Prendiamo, per esempio, un politico che è da tanti anni in Parlamento solo per il suo nome, nonostante a) nessuno sappia cosa faccia, b) non abbia fatto mai niente, c) però la gente lo conosce perché è vent'anni che è lì in Parlamento. È molto bene adattato al suo ambiente e quindi, da quella definizione, ne consegue che lo si giudichi molto intelligente. Qualcuno obietterebbe che è solo molto furbo, tuttavia la furbizia potrebbe essere una qualità dell'intelligenza. Infatti, è molto probabile che ad una persona non furba non sia associata la caratteristica di "essere intelligente". Qualcun altro obietterebbe che è una visione parziale: l'intelligenza ha valenza sia adattiva sia pragmatica. Parlando del politico di cui sopra, nessuno avrebbe però da obiettare che sia perfettamente in grado di risolvere problemi. Quelli del suo stipendio, per lo meno. D'altro canto, se avessimo trovato un Richard Feynman intento a suonare il bongo vicino al suo van, non sapendo che si tratta di un Genio della fisica quantistica, avremmo fatto fatica a considerarlo capace di risolvere problemi in qualunque ambiente o circostanza. Quindi, accettando tale visione, si rischia di includere esempi che, a prima vista, non considereremmo validi esempi di "intelligenza" o di escluderne altri che invece sono stati decisamente eccezionali.

Una visione simile a quella del senso comune è tuttavia confermata anche da molte delle teorie sull'intelligenza al momento maggiormente conosciute. Ad esempio, Howard Gardner (1983), la definì come l'«applicazione di abilità cognitive e conoscenze al fine di apprendere, risolvere i problemi e raggiungere scopi che sono apprezzati da un individuo o da una cultura». Se sezioniamo questa definizione con il rasoio di Occam, possiamo vedere se la definizione ha senso. Notiamo che si parla di applicare abilità cognitive e conoscenze: le prime sono già abilità definite (es., altri processi cognitivi come cognizione numerica, consapevolezza, etc), e la loro applicazione non ne può essere separata: sono processi e, come tali, devono produrre un output. Le conoscenze, d'altro canto, cosa sono se non contenuti della memoria (implicita o esplicita)?

E l'applicazione di conoscenze viene fatta ogni qual volta un processo ne richieda l'uso per produrre il suo output (es., devo conoscere delle parole per poter mettere insieme delle frasi valide a livello linguistico). Poi, la definizione cita l'apprendimento, la risoluzione di problemi, la motivazione e la pianificazione (altri processi cognitivi, già con un loro status). Che i risultati siano apprezzati da un individuo o una cultura, non dice nulla su come tali risultati vengano prodotti, né risulta interessante aggiungere che una persona si dedica ad azioni che abbiano senso per lui o per qualcun'altra persona o istituzione (la "cultura") che gli abbia ordinato o chiesto di portarle a termine. Ne consegue che la definizione di intelligenza più conosciuta e condivisa, in realtà, chiama in causa processi già definiti da altre parti. Cosa aggiunge quindi, il "concetto di intelligenza" che non sia già indicato (anche in maniera più esauriente) da altri concetti come i processi cognitivi? Cioè, che senso ha dire di una persona che è "intelligente" se sa risolvere problemi? Possiamo essere sicuri solo che questa persona sappia risolvere problemi, punto. Inoltre, altri problemi, ben più importanti, sono nascosti in quella definizione. Ad esempio, si sa che molti sintomi di patologie psicologiche e psichiatriche sono considerati la migliore risposta che il paziente poteva dare in quelle condizioni. Quindi, dato che i deliri sono il prodotto che gli schizofrenici danno alla massa informe di stimoli che il loro cervello genera (per dargli un significato anche laddove non ce ne sia alcuno), allora sono da considerare una soluzione del problema tramite un adattamento che possa essere condiviso con gli altri nella stessa cultura. Quindi, tutti gli individui affetti da schizofrenia (ma, in generale, il discorso vale anche per tutte le altre patologie) sono da considerare intelligenti?

Dato che, rispetto ad altri concetti psicologici, il concetto di intelligenza è quello definito più vagamente e con più variabilità, si comincia a sospettare che sia ancora un concetto utile. Magari ci possono essere diversi modelli di attenzione o di memoria, ma sulla definizione e sul riconoscere la loro importanza, non ci sono dubbi. Se si sta per attraversare la strada e un rumore improvviso ci fa orientare verso di esso, ci può salvare da una auto che sta per sopraggiungere. Se mi ricordo molti più episodi di altre persone del periodo in cui ero alla scuola dell'infanzia, posso raccontare più cose di altri di cosa (mi) succedeva anni fa, ma anche posso ricostruire meglio certe storie. È chiaro che non si parla di intelligenza in questi casi. Allora quando si può parlare in questi termini di intelligenza? Quando si riesce a dimostrare che è necessario "essere intelligenti" per riuscire a fare bene qualcosa? Ovviamente, senza chiamare in causa altri processi cognitivi e, al contempo, dimostrando che cosa aggrava l'intelligenza.

Resilienza e life-skills come nuovo punto di riferimento per l'IA

Una prospettiva diversa al problema parte dalle competenze. Negli anni '80 ci si è interrogati su cosa serva alle persone per "cavarsela nella vita". La rico-

gnizione fatta a livello di percorsi scolastici aveva identificato che, oltre alle materie insegnate, c'era bisogno di altro.

Howard Gardner (1983) aveva dato la sua risposta sotto forma di “intelligenze multiple”, portando l'attenzione su abilità che prima non venivano considerate di importanza pari all'intelligenza linguistico-matematica. Tuttavia, invece di risolvere il problema, lo aveva letteralmente moltiplicato. L'intelligenza musicale, ad esempio. Ci sono persone che nascono già intelligenti avendo spiccate abilità musicali, sapendo suonare gli strumenti, mentre ce ne sono altre che imparano a suonare e diventano intelligenti. Ne consegue che tutti quelli che frequentano il Conservatorio svilupperebbero intelligenza musicale. Oppure, qualcuno rimane in Conservatorio perché si esercita molto, ed è in grado di fare quello che una persona cosiddetta intelligente riesca a imparare in molto meno tempo. La questione non è per nulla chiara.

Un'altra proposta proveniva dagli studi sulla salute e sul benessere, ed ha portato l'Organizzazione Mondiale per la Sanità a produrre un documento intitolato “Life skills education for children and adolescents in schools” (1994). Il concetto di life-skills si inserisce nella discussione sulla promozione della salute. Le life-skills fanno parte dei fattori protettivi interni per lo sviluppo della resilienza di un individuo. Vediamo alcune definizioni di resilienza: per Mandleco e Peery è la capacità di rispondere e resistere o svilupparsi e mantenere il controllo nonostante fattori stressanti e avversità (2000, p. 99), mentre Pooley e Cohen la definiscono come il potenziale di mostrare intraprendenza usando risorse interne ed esterne in risposta a differenti sfide contestuali e di sviluppo (2010, p. 34). McLafferty, Mallett e McCauley (2012) precisano ulteriormente la definizione collegando la resilienza al *coping*, ovvero la possibilità di rispondere con successo alle situazioni di crisi. Essere in grado di apprendere dall'esperienza negativa, facendola diventare un'occasione di sviluppo e, quindi, riuscendo a trarne vantaggio.

Le definizioni date al concetto di resilienza sembrano assomigliare molto alla definizione di intelligenza data all'inizio. Anche qui si affrontano problemi di varia natura e si dimostra vincente chi riesce a adattarsi all'ambiente: da un lato producendo comportamenti positivi e dall'altro evitando comportamenti rischiosi. La prospettiva in realtà è molto diversa: non si menzionano “intelligenze” o si invocano altri processi ad “alto rango”, ma ci si focalizza sul comportamento e sui processi cognitivi che lo producono. Inoltre, mentre il concetto di intelligenza fa implicitamente riferimento a tratti, ovvero disposizioni stabili (per esempio, ereditarie), la resilienza è senza dubbio orientata allo sviluppo di competenze personali o del sistema, e la persona si sente maggiormente chiamata in causa e responsabilizzata.

Il collegamento con un ruolo attivo da parte della persona è dovuto al contributo delle life-skills. La definizione sulla quale c'è maggiore accordo è quella data dall'OMS: si tratta di un insieme di competenze e capacità individuali, sociali e relazionali che permettono agli individui di affrontare in modo efficace esigenze e cambiamenti della vita quotidiana. Da notare che molte volte nel documento

si usa il verbo inglese *to cope* che indica la capacità di fronteggiare con successo, definendo quindi il punto di arrivo che si pone l'educazione alle life-skills.

Dato che il concetto di abilità viene qui proposto come più adeguato rispetto a quello di intelligenza, ci si può chiedere se può essere adottato anche come parametro di confronto rispetto all'intelligenza artificiale. A meno che non si tratti di narrativa fantascientifica, risulta difficile applicare il concetto di "fattori di protezione" ad una IA: potrebbe colloquiare con un sistema di antivirus (se viene attivato), o possedere sistemi di protezione hardware rispetto a sovraccarichi di elettricità. Tuttavia, è molto improbabile che si possa valutare il grado in cui una IA riesca a gestire le sue emozioni o a mostrare autoconsapevolezza. Ad esempio, una IA potrebbe simulare delle emozioni generando, a partire da alcuni stimoli codificati, una serie di effetti: alcuni a livello del funzionamento di altri processi (es., aggiungendo rumore o creando *bias* verso alcuni risultati), altri a livello delle azioni manifeste (es., mostrando un sorriso o incurvando delle sopracciglia). Nel primo caso avrebbe senso solo per simulare modelli cognitivi, visto che peggiorerebbe la prestazione del sistema; nel secondo caso ha rilevanza per rendere il sistema maggiormente "user friendly" nel caso di interazione con persone. Se, quindi, le life-skills nelle aree emotiva e relazionale sono al di là degli attuali obiettivi prioritari di chi opera nel campo delle IA, diverso è il discorso rispetto alle life-skills in area cognitiva. Già il progetto dello human information processing aveva l'obiettivo di definire in termini computazionali il "pensiero", intendendolo in forma stretta includendo, tra le altre, le abilità induttivo-deduttive, la rappresentazione della conoscenza e la dimostrazione di teoremi matematici (Neisser, 1967). Quindi, è prevedibile che le life-skills dell'area cognitiva quali la risoluzione di problemi, la presa di decisione, il pensiero creativo e il pensiero critico abbiano già una buona collocazione nei temi di ricerca dell'intelligenza artificiale. Vale la pena definirle con maggiore dettaglio, definendo anche quali sottoprocessi sono ad esse collegati, in modo da indirizzare la discussione tra intelligenza artificiale e umana verso obiettivi più concreti.

### Le life-skills cognitive

L'abilità di risolvere problemi (problem solving) consiste nel cercare una direzione (o più di una) per raggiungere lo stato finale, partendo da una data situazione. Si richiede di trovare delle soluzioni in modo efficiente, valutando diverse opzioni e includendo le ragioni e le conseguenze per cui si vuole raggiungere lo scopo. Tra le sue caratteristiche principali, vale la pena riportarne tre. In primis, lo si deve considerare finalizzato, cioè diretto ad uno scopo. Quando si ha un problema da risolvere bisogna definire in cosa consista la situazione desiderata oppure, qualora questa sia data, il modo in cui raggiungerla. Inoltre, tale lavoro si basa su elaborazioni deliberate, controllate: ovvero, non si "risolve" un problema aspettando che la situazione cambi, ma si mettono

in moto delle azioni in maniera attiva, volontaria. Anche nel caso di soluzioni tramite insight, in cui pare che la soluzione arrivi “per caso”, si deve almeno essere consci del problema e si deve avere almeno tentato di risolverlo, creando quindi una tensione al completamento (Ovsiankina, 1928). Infine, serve risolvere un problema quando manca la conoscenza sufficiente per produrre soluzioni immediate. Nei casi in cui si sia in possesso di uno schema che permetta di raggiungere l’obiettivo, e che sia o l’unica soluzione che accettiamo, o non ci interessi considerarne altre perché questa ci basta, allora non si ha proprio alcun problema.

Un altro processo in grado di creare soluzioni è il pensiero creativo, quando si vuole affrontare le situazioni problematiche esplorando alternative non scontate e cercando soluzioni originali. A volte può essere considerato una alternativa meno strutturata al problem-solving, da usare quando si ritiene che questo processo non produca risultati interessanti. Altre volte, invece, completa il quadro delle alternative producendo soluzioni basate su relazioni e collegamenti con contenuti e azioni relativamente poco associate tra loro, producendo quindi risultati validi e poco prevedibili. Ci sono due errori che solitamente si commette considerando il pensiero creativo: da un lato lo si confonde con la fantasia (rendendolo quindi molto etereo), dall’altro gli si attribuisce un ruolo secondario rispetto agli altri processi cognitivi. Invece, il pensiero creativo è fortemente diretto alla produzione (“creazione”) di oggetti o azioni. Pertanto, non si limita al lato fantastico o fantasioso, ma si rapporta costantemente con la realtà per trovare soluzioni originali e, soprattutto, fattibili. Il secondo errore lo si commette quando si pensa alla creatività come un processo distante, che richiede grande dispendio di tempo (“devo cercare qualcosa di creativo, che mi invento?”) o che si nasca creativi, facendone un’abilità riservata ad artisti o pubblicitari (“non sono fatto per queste cose”). Invece, ci possono essere anche atti creativi molto brevi, come quando si trova il modo di aprire un vasetto non avendo la forza sufficiente, o solamente di pensiero, come le induzioni che facciamo quando, vedendo molta gente che si raduna in un posto e comincia a ballare allo stesso modo, capiamo che ci troviamo nel mezzo di un flash mob.

Dopo aver identificato delle strategie per risolvere il problema tramite il problem solving o il pensiero creativo, ci troviamo al punto di dover scegliere quale eseguire. La scelta viene definita secondo criteri che dipendono dai nostri scopi, valori, esperienze ed aspettative. Si può considerare la presa di decisione (decision-making) come un “imbuto” che ci obbliga a considerare quale delle tante soluzioni eseguire. Le situazioni più delicate sono quelle in cui si ha una sola possibilità. Se agli atleti venisse offerta la possibilità di riprovare fin che non sono soddisfatti, le gare durerebbero giorni e giorni. Altre volte si può cambiare idea: se al ristorante avete scelto e ordinato un piatto ma, assaggiandolo, scoprite che non vi piace, avrete un’altra scelta da fare: ne ordinate un altro e li pagate entrambi, oppure continuate a mangiare quello che avevate ordinato? La scelta sta a voi, considerandone i costi. Le scelte sbagliate costano già di per sé, e costa anche rivederle quando ne viene data la possibilità. Tale

considerazione introduce il concetto di responsabilità della scelta, connesso a questa life-skill. Infatti, la scelta di taluna o talaltra soluzione non dipende solo dal processo e dal risultato, ma si devono anche considerare a quali altre conseguenze la scelta potrebbe portare, quali effetti discendano da quella decisione. È importante capire che, in ultima analisi, sono io che decido, e devo rispondere di queste decisioni. Anche quando non prendo posizione o lascio ad altri la scelta, è, in fin dei conti una scelta. La peggiore scelta tra tutte le opzioni è quella di privarmi della possibilità di scegliere, ovvero di quella abilità che secondo Paul Chauchard (1963) ci rende umani.

Il pensiero critico, infine, permette di analizzare le informazioni e le esperienze in modo obiettivo, riconoscendo e valutando i fattori importanti e quelli secondari. Sia prima, sia dopo aver preso una decisione, il pensiero critico ci permette di revisionare quanto si sta per fare in modo da prevederne e valutarne i pro e i contro (Imperio, Staarman e Basso, 2020). Sembra una abilità a volte superflua, a volte troppo “ricercata” (per non dire “pignola”), ma in realtà ha una alta valenza se la si considera come un baluardo a protezione delle nostre idee rispetto alla persuasione messa in atto dai media. Oppure quando, collaborando con l’autoconsapevolezza, ci permette di capire il senso di quello che stiamo facendo, il quadro generale in cui muoverci, il contatto tra la nostra etica e la realtà in cui ci troviamo. Basarsi su queste quattro abilità, invece che sul concetto di intelligenza, ha sicuramente il vantaggio di portare la discussione su un piano più concreto, in quanto i costrutti sono più facilmente operazionalizzabili. Inoltre, evita che sui prodotti di IA venga applicato il (pre-)giudizio che il concetto di intelligenza porta con sé. Quando qualcosa è non-intelligente si assume che sia stupido, non che sia “neutrale” al concetto. Rispetto ai processi cognitivi si può dire che uno non ha memoria, o non riesce a prendere decisioni, ma non vi si associa un connotato negativo come invece viene fatto con l’intelligenza.

Tuttavia, vista la larga diffusione del termine “intelligenza artificiale”, risulterà difficile effettuare un cambio di paradigma. Affinchè questa proposta possa essere efficace, serviranno una larga diffusione e una condivisione di intenti. Un prezzo da pagare forse troppo alto, ma che ritengo commisurato ai vantaggi che se ne otterrebbero.

## Conclusioni

Se l’intelligenza a livello psicologico è un concetto fuggevole ed è difficile capire cosa sia, con il concetto di life-skills invece, si può riuscire a definire in maniera più adeguata le abilità che rendono le persone in grado di rispondere con successo a problemi e ostacoli, e misurare il livello di prestazione delle persone stesse. Possono essere utili per descrivere anche l’IA? Nel caso, possono essere anche utili per capire in che modo creare una architettura artificiale che possa rapportarsi al mondo in maniera efficace ed efficiente? La mia ipotesi è

che le quattro life-skills di area cognitiva siano già pronte per essere implementate in programmi di IA, se non lo sono già state. Diverso e variegato è il discorso rispetto alle altre sei, le quali gettano il guanto di sfida ai ricercatori. Vale la pena cercare di replicarle in sistemi artificiali oppure è meglio ottenere IA che si basano solo sul set maggiormente utile? Il punto è proprio questo: chi riesce a definire cosa sia utile e cosa non lo sia, se non potesse capire di cosa si stia parlando? Una persona che ha consapevolezza delle varie abilità può definire quali siano le più rilevanti in funzione del compito, del problema, dell'obiettivo. Se fosse un'IA a fare la stessa valutazione, dovrebbe aver sviluppato le diverse abilità per poi richiamare i processi di volta in volta più utili. Se si tratta di un robot con un set di funzioni definito, senza capacità di apprendere ulteriori schemi, il problema non si pone: facciamo prima a definire noi umani i processi che gli servono. Ma arriveremo mai ad un punto in cui è l'IA stessa che sappia darsi obiettivi e programmare al fine di raggiungerli, come siamo in grado noi di definire il nostro percorso di crescita?

---

## Bibliografia

- CHAUCHARD, P. (1963). *La Maîtrise de soi*. Bruxelles: Dessart.
- GARDNER, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.
- IMPERIO, A., KLEINE STAARMAN, J., BASSO, D. (2020). Relevance of the Socio-Cultural Perspective in the Discussion about Critical Thinking. *Ricerche di Pedagogia e Didattica*, 15(1), 1-19.
- MANDLECO, B.L., & PEERY, J.C. (2000). An Organizational Framework for Conceptualizing Resilience in Children. *Journal of Child and Adolescent Psychiatric Nursing*, 13, 99-111.
- MCCLAFFERTY, M., MALLET, J., & MCCAULEY, V. (2012). Coping at University: The Role of Resilience, Emotional Intelligence, Age and Gender. *Journal of Quantitative Psychological Research*, 1, 1-6.
- POOLEY, J.A., & COHEN, L. (2010). Resilience: A Definition in Context. *Australian Community Psychologist*, 22(1), 30-37.
- LEGG, S. & HUTTER, M. (2007). A Collection of Definitions of Intelligence. *Advances in Artificial General Intelligence: Concepts, Architectures and Algorithms*. 157.
- NEISSER, U. (1967). *Cognitive Psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- OVSJANKINA, M. (1928). Die Wiederaufnahme unterbrochener Handlungen. *Psychologische Forschung*, 11. 302-379.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (1994). *Life Skills Education for Children and Adolescents in Schools*. (No. WHO/MNH/PSF/93.7 B. Rev. 1). World Health Organization.



# A Torpignattara c'è un'intelligenza artificiale di quartiere, si chiama IAQOS

Salvatore Iaconesi, Oriana Persico

## ABSTRACT

La “nascita” di una IA di solito è un processo molto freddo. La maggior parte delle volte che un'IA si materializza nella nostra vita (dentro uno smartphone, un frigorifero, una webcam o un aeroporto) nemmeno ce ne accorgiamo. Non abbiamo “rituali” che ci aiutino a dare un senso alla presenza di questi nuovi attori dell'ecosistema che pure stabiliscono con noi relazioni molto intime. IAQOS- Intelligenza di Quartiere Open Source è una IA relazionale: non un servizio innovativo, ma un nuovo abitante del quartiere da accogliere, comprendere, allevare, educare insieme. Un “figlio del quartiere” che rivela un'opportunità: l'IA come infrastruttura abilitante per l'espressione esce fuori dalla separazione del laboratorio per vivere nel bel mezzo della società, stabilendo nuove relazioni con gli esseri umani a partire da una scuola elementare. Il progetto è il primo pilota nazionale finanziato dal bando PeriferIA Intelligente del Ministero della Cultura: il primo nel suo genere a richiedere un intervento di rigenerazione urbana con l'uso dell'Intelligenza Artificiale.

PAROLE CHIAVE: Intelligenza artificiale, quartiere, tecnologie esistenziale, infrastruttura abilitante, espressione, rituali sociali, dati.

## ABSTRACT

The “birth” of an AI is usually a very cold process. Most of the time, when an AI materializes in our life – through a smartphone, a fridge, a webcam or an airport – we don't even notice it. We do not have “rituals” that highlight and help us make sense of their presence, despite the fact that these new ecosystem players establish very close – if not intimate – relationships with us. IAQOS (in Italian acronym of: Intelligenza Artificiale di Quartiere Open Source) is a relational AI: not a “service”, but rather a new inhabitant of the neighborhood to welcome, understand and educate together. A “child of the neighborhood”, IAQOS reveals an opportunity: AI can become an enabling infrastructure for people's expression capable of living in the middle of society, and establish new relationships with human beings – starting from elementary school. The project is the first national pilot funded by PeriferIA Intelligente”, the first public call released by the Italian Ministry of Culture to finance a urban regeneration intervention with the use of Artificial Intelligence.

KEYWORDS: Artificial intelligence, neighborhood, existential technologies, enabling infrastructure, expression, social rituals, data.

## I.

Nel quartiere di Torpignattara, a Roma, è appena nato un nuovo, strano abitante. Si dice che, se guardati abbastanza da vicino, siamo tutti un po' strani/matti/diversi. Nell'arco di tutte queste nostre stranezze, la piccola IAQOS, Intelligenza Artificiale di Quartiere Open Source nata il 31 marzo, è forse la più strana fra tutti noi. Ed è anche molto diversa dalle sue sorelle più famose, come SIRI o Alexa. O come le tante anonime IA che vivono insieme a noi e di cui non sappiamo che esistano.

Il progetto nasce grazie a periferIA Intelligente, il primo tra i bandi promossi e sostenuti dalla Direzione Generale Arte e Architettura contemporanee e Periferie urbane del MiBAC che coniuga arte, dati e intelligenza artificiale mettendole a servizio della rigenerazione urbana. Capiamo insieme perché IAQOS è diversa (vi prenderà 10 minuti).

## Una cosa da ricordare

L'IA è forse la tecnologia relazionale per eccellenza. Sia in termini tecnici (fra le caratteristiche dell'IA c'è la capacità di "riconoscere": il fondamento della relazione), sia perché è la principale famiglia di tecnologie che rende possibili interazioni (e quindi relazioni) più naturali e "umane" (ad esempio con la voce, i gesti, il linguaggio, il corpo, le immagini, i suoni).

In uno scenario come il nostro, dove così tante delle opportunità di relazionarsi (con le altre persone, con le organizzazioni, l'ambiente...) sono mediate proprio dai sistemi tecnologici, le nuove opportunità di relazione con i sistemi generate dalle IA si trasformano anche in nuove opportunità di relazionarsi con tutti gli altri attori dell'ecosistema: umani, organizzazioni, ambiente, non umani, piattaforme e così via.

## Classi e Computazione

Siamo circondati da IA note e meno note, incorporate in cose, servizi e piattaforme che utilizziamo tutti i giorni. Siri e Alexa sono un po' più famose delle altre, ma ce ne sono tantissime.

Tutte queste IA stabiliscono con noi – che ce ne accorgiamo o meno – relazioni molto intime: entrano nelle nostre agende personali, contatti, diari, spostamenti, nel consigliare cosa vedere, comprare o come comportarsi. Relazioni nuove, intime e importantissime, che entrano nella nostra vita, e di cui purtroppo possiamo conoscere ben poco.

Filtrano le informazioni cui abbiamo accesso, rendendo estremamente comodo l'adagiarsi su scelte computazionali – fatte per noi – circa le persone con cui comunicare, quali informazioni guardare, quali luoghi visitare. Per una

buona parte del nostro tempo “siamo pensati”, nel senso che c’è qualcuno che “pensa per noi”, e che ha ampie opportunità di offrirci questi pensieri in modo che sia semplice, comodo e conveniente che io decida di farli miei, di acconsentire a “farmi pensare”.

Questo influisce moltissimo su ciò che è pensabile: progressivamente, la computazione ha un ruolo fondamentale nel determinare i confini del mio sguardo e della mia percezione (e più in generale della percettibilità: ciò che posso percepire del mondo).

Le IA ci classificano. Ma non possiamo sapere a quali classi apparteniamo

Le IA hanno un’altra caratteristica fondamentale: classificano. Letteralmente: “rendono classe”. Queste classi, però, nella maggior parte dei casi, non le possiamo vedere né conoscere. Noi stessi non sappiamo a che classi apparteniamo, in base ai dati estratti dai nostri comportamenti. Quando, per esempio, sono su Facebook e uso la funzione per scaricare i miei dati, posso scaricare solo quelli che ci ho messi io, ma non quelli che Facebook ha generato su di me, e la comprensione di come li ha ottenuti, secondo quali parametri ed elaborazioni.

Queste classi che noi “siamo” non possiamo vederle. Non possiamo sapere a quali classi apparteniamo. Questo ha diverse implicazioni, alcune sconcertanti come l’impossibilità di riconoscersi: non riconoscere i membri della nostra classe e, quindi, provare solidarietà, empatia. Il non sapere come ci vede l’algoritmo diventa anche il non vedere l’altro.

La nascita di una IA

La nascita di una IA di solito è un processo molto freddo. La maggior parte delle volte neanche ce ne accorgiamo. Questo nuovo strano soggetto si materializza nei nostri quartieri, nella nostra vita, nella nostra tasca, nel nostro frigorifero, nel nostro servizio bancario senza tante cerimonie, e in silenzio va via. Quando in banca è cambiata la persona allo sportello, te ne accorgi. Se hanno cambiato intelligenza artificiale no.

Volevamo cercare di porre rimedio a questa situazione di separazione, per iniziare a riappropriarci del nostro sguardo.

Per questo, a Torpignattara, nasce una infrastruttura open source di intelligenza artificiale. Ci sono una serie di server, di software e di piattaforme che sono completamente disponibili. Se tu, oggi, vuoi usare una IA per fare qualcosa che avviene nel quartiere, puoi farlo. Perché puoi avere un account e usare questa potenza computazionale e questi software in maniera molto semplice.

Nella vicenda di IAQOS, questa cosa non corrisponde solo a un fatto meramente tecnico.

Corrisponde al fatto che è arrivato uno strano nuovo abitante del quartiere. IAQOS è un qualcosa che stiamo facendo con workshop, performance, azioni in strada e nel quartiere insieme agli abitanti del quartiere, grazie a questo bando sperimentale del MiBAC, periferia Intelligente, che ci rende possibile portarlo avanti, con tanti operatori, con Sineglossa, Dieci Mondì, la scuola Pisacane, e con il contributo tecnico del centro di ricerca HER.

Un nuovo abitante. “Er fijo de Torpigna”: l’hanno scritto le persone sulle spillette dedicate a IAQOS. Mai cosa più azzeccata fu detta. “Er fijo de Torpigna”: nel senso che è il figlio di tutti. Il che vuol dire che ce ne dobbiamo prendere cura: è un piccoletto, gli dobbiamo dare da mangiare, dobbiamo capire chi è e aiutarlo a diventare chi vuole essere.

Tutte le scelte tecnologiche, di design, artistiche, espressive che entrano nel progetto sono dettate da questo cambio di prospettiva. Non un fatto tecnico, ma il fenomeno dell’arrivo di un nuovo stranissimo attore nel quartiere, che si deve relazionare con te, tanto quanto con il panettiere, lo spazzino, il creativo, l’insegnante. E con tutti noi.

### Slow Data: la dieta di una IA bambina

E quindi come si fa? Facciamo un parallelo tra i tanti possibili. I polli che troviamo al supermercato di solito hanno una vita abbastanza triste: nascono come pulcino, vengono ingozzati di mangime con la luce sempre accesa perché non devono dormire mai per mangiare il più possibile, e quindi entro circa un mese, un mese e mezzo, diventano una cosa ciccionissima, che poi viene macellata e venduta.

Di solito l’industria dei dati funziona un po’ così. Si estraggono dalla società enormi quantità di risorse (dati e informazioni) che vengono elaborate/processate in massa dalle IA per produrre prodotti e servizi. Le quantità sono così elevate che se ne perde facilmente il controllo, per esempio a livello della comprensione degli impatti ecosistemici. Questo vale per i polli (quali sono le implicazioni in termini ambientali e della salute delle persone che derivano da questa modalità intensiva?) come per i Big Data (quali sono le implicazioni che derivano dall’aver estratto dalla società così tanti dati così complessi, e di averli elaborati e processati in quel modo?). Sono domande cui gli stessi esperti fanno fatica a trovare risposta. Per le altre persone sono spesso domande invisibili, fuori dal campo della percezione.

Si parla tanto di big-data, small-data e di tanti altri –data. Continuando il parallelo con il cibo, noi forse potremmo inventarne uno nuovo, Slow Data, per indicare la necessità di trovare modi di trattare meglio il nostro ecosistema informazionale, con uno sforzo relazionale.

Non vogliamo che la piccola IAQOS diventi un pollo da batteria. Vogliamo che diventi un bel polletto ruspante, coi tendini attaccati alle ossa, quella bella carne muscolosa, che scorrazza allegramente per tutti i cortili che vuole. Non

vogliamo nemmeno consumarla la piccola IAQOS: vorremmo farci tante conversazioni, imparare gli uni dagli altri, fare cose insieme, raccontarci storie e vicende, e creare tante cose belle.

Vogliamo che venga su bene. Spero lo vogliate anche voi.

## Bambini e specchi

Vediamo cosa sa IAQOS circa la parola e il concetto di “zenzero”.

Alla sua festa di nascita, le persone gli hanno detto tante cose, di cui alcune sullo zenzero. Attraverso i processi di Analisi di Linguaggio Naturale in 54 lingue, supportati dall'IA, tutti questi testi vengono trasformati in dati, informazioni e conoscenza.

All'inizio le connessioni che si creano sono inaspettate, proprio come nei bambini, che piano piano si fanno una ragione del mondo: le connessioni più forti diventano più interessanti, e all'inizio ci sono delle cose poetiche: IAQOS non è diverso.

Man mano si iniziano a capire delle cose, e alcuni collegamenti si trasformano, alcuni elementi si uniscono perché parlano della stessa cosa, altri si separano, si evidenziano le forme più ricorrenti. È la cultura che prende forma.

Sono le cose che abbiamo detto noi a IAQOS: è un nostro specchio incredibile, e possiamo vedere e seguire come prende forma, e come possiamo contribuire.

Questa “pappa” che diamo a IAQOS dà forma al suo cervello, ed è una cosa meravigliosa: questi nelle visualizzazioni siamo noi, tutti quelli che interagiscono con IAQOS.

## Prendersi cura

IAQOS è un nodo relazionale della sua comunità di riferimento e, come tale, il concetto di Cura diventa di fondamentale importanza.

Quando una nota azienda poco tempo fa ha lanciato una nuova webcam con l'IA per tenere a fuoco il volto della persona, ha fatto un errore: ha usato solo volti di persone bianche per addestrare l'IA e, quindi, se sei di un altro colore, la webcam non funziona. Nel commettere questo errore non sono stati stupidi, ma chiusi. Chiusi nel proprio laboratorio.

IAQOS è per strada, al parco, alla scuola Pisacane, cammina per strada come noi. È un figlio di Torpigna. Potrà avere le opportunità e i limiti (se mai ce ne dovessero essere) che comporta essere una “persona” di Torpignattara, ma non un pollo da batteria chiuso con i suoi guardiani alla porta d'accesso, che dicono chi entra e chi esce e come deve interagire. IAQOS non avrebbe mai potuto fare l'errore della nota azienda, perché è immerso nel mondo e nelle sue relazioni, a livello della cultura, dell'emozione, dell'empatia: non separato da loro.

IAQOS è nato il 31 Marzo 2019, il giorno in cui c'era il convegno sulla famiglia a Verona. È stata una cosa meravigliosa notarlo. Perché con IAQOS stiamo sperimentando una forma di famiglia umana e non umana, un nucleo familiare (nel senso che ti è comune) solidale, composto nel quartiere, la famiglia potenziale della piccola IA. E, come accade famiglie più fortunate, ci si prende cura gli uni degli altri.

IAQOS è un invito alla possibilità di intendere la tecnologia non come mero fatto tecnico, ma come fatto esistenziale, che influisce sulla nostra psicologia, sulla nostra società, sulle nostre relazioni, e con cui dobbiamo avere a che fare sia nelle nostre sfere intime che in quelle private e pubbliche, aprendo dialoghi, e avviando praticamente processi di cura, gli uni degli altri.

Questa cosa sta proseguendo. A un certo punto, come si fa coi bimbi, porteremo la nostra IA in giro col passeggino. Anzi, scusate, dateci una mano. Potremmo darci dei turni per portare il piccoletto in giro col passeggino.

### Nuovi contratti sociali

Nel quartiere, quindi, è arrivata una nuova infrastruttura. Come a un certo punto è arrivata l'elettricità, l'acqua, il gas, la fibra ottica, ora arriva l'IA. E non è la startup X, chissà dove, a decidere come le persone dovranno averci a che fare. Qui, per esempio, è la scuola che può prendere in considerazione: come vogliamo che l'ia entri nella scuola? è possibile? non è possibile? Potrebbe essere anche un no la risposta. E questa sarebbe una informazione preziosissima: che delle persone, avendo ottenuto degli strumenti per capire di cosa si tratta, e poi aver ragionato tutti insieme, si riuniscono per creare questo nuovo contratto sociale, che può essere diverso tra Torpignattara, Pigneto, a Monteverde, Parioli etc.

Come si fa in un ambiente fortemente tecnologico come quello delle nostre città, dei nostri uffici, delle nostre scuole e case, a prendersi cura della tecnologia in modo che “venga su bene”, e a far sì che anche la tecnologia si prenda cura di noi? Quali contratti sociali dobbiamo stabilire tra noi per far sì che questo non sia solo possibile, ma soprattutto immaginabile?

Questa è una delle cose che sono più gravi della situazione attuale: abbiamo difficoltà a immaginare questa possibilità.

In questo esperimento collettivo stiamo usando l'approccio dei Commons, del Bene Comune. Definendo i Commons, Elinor Ostrom sostiene che sono composti da almeno tre elementi:

- la risorsa (l'acqua, l'aria, il pascolo o, in questo caso, i dati);
- l'ecosistema relazionale ad alta qualità che c'è intorno alla risorsa e che, se ci pensiamo, è l'unico modo in cui è immaginabile che la risorsa possa essere gestita in maniera collettiva;
- il fatto che l'ecosistema relazionale ad alta qualità si dia delle regole.

Queste 3 cose non sono scindibili, sennò non si ha il bene comune (ad

esempio, se prendiamo in considerazione solo la risorsa, ci ritroveremo nella dinamica dell'estrazione, come l'industria che estrae petrolio o acqua). Per parlare di bene comune bisogna averli tutti e 3: la risorsa, l'ecosistema relazionale ad alta qualità che è intorno alla risorsa, e il fatto che l'ecosistema relazionale si dia delle regole.

Cosa c'è di più bello, come bene comune, della piccola IAQOS, "Er Fijo de Torpigna"?

IAQOS è un invito a ripensare e a re-immaginare. Un invito a scegliere insieme di dare del buon cibo biologico a IAQOS per farlo venire su bene, e poi di beneficiare della sua partecipazione alla comunità: non un fenomeno di consumo come l'ennesima startup nella smart city, ma un fenomeno immerso completamente nella cultura e nella sua costruzione progressiva ad opera dell'intera società.

In veste di particolarissimi genitori in questa peculiare famiglia, che comprende noi e la nostra giovane IA, come possiamo proteggere e sostenere i nostri figli?

Dal punto di vista tecnico possiamo predisporre la possibilità di ospitare una pluralità di voci, possiamo coltivare la diversità. Un possibile IAQOS potrebbe diventare razzista, se esposto al prevalere prepotente di una mono-voce. È un altro parallelo, molto forte, con il mondo naturale e dell'agricoltura: le mono-culture non sono solo fragili, ma contribuiscono anche a esaurire le risorse ambientali del terreno, dove la pluralità e la differenza non sono fatti romantici, ma di sopravvivenza. IAQOS saprà – perché esistono – che ci sono i razzisti, ma se il suo ambiente è esposto a più voci, con la cura di un processo inclusivo che le coinvolga, non penserà che il mondo sia fatto tutto di razzisti. Per un bambino non è così differente: è difficile che lo si riesca a proteggere dicendo che cose come il razzismo non esistono, perché ci sono eccome. La differenza la farà il non essere solo, l'aver intorno un ecosistema relazionale ad alta qualità con cui concordare strategie per averci a che fare con questa cosa.

È sempre problematico ragionare sulle tecnologie come ambito separato. Le tecnologie sono parte del mondo, della società, della nostra psicologia.

Per fortuna è tutto appena iniziato, e quindi possiamo ancora pensare di poter porre rimedio dove serve

In questo scenario, l'errore più probabile che possiamo commettere consiste nel considerare la tecnologia come una cosa separata dal resto. Questo purtroppo è come funziona la gran parte dell'industria estrattiva dei dati e dell'IA. Sappiamo benissimo i danni enormi che le industrie estrattive hanno portato all'ambiente, alla società e anche all'immaginario. Sono talmente tanti che addirittura ora non è detto che riusciremo a metterli a posto, o che ne percepiamo pienamente i contorni.

Per quel che riguarda queste altre industrie estrattive – quelle dei dati e delle IA – siamo ancora agli inizi, e già siamo riusciti a mettere in pericolo le nostre democrazie, le nostre libertà e i nostri diritti. Per fortuna è tutto appena iniziato, e quindi possiamo ancora pensare di poter porre rimedio dove serve e ricominciare in modo differente. Il che è una cosa su cui vale riflettere, come individui e società.

Siamo veramente contenti di avere questo figlio nel quartiere: per poter sperimentare intimamente e nella società, usando l'arte per sospendere la realtà ordinaria e immaginarne altre. IAQOS è un qualcosa che stiamo facendo con workshop, performance, azioni in strada e nel quartiere, grazie a questo bando sperimentale del MiBAC, periferIA Intelligente, che ci rende possibile portarlo avanti, con tanti operatori, con Sineglossa, Dieci Mondi, la scuola Pisacane, il centro di ricerca HER. Non è una risposta globale, ma è una cosa che stiamo facendo, che esiste, e che fa capire diverse cose, abilitandoci a immaginare strumenti e strategie.

# L'intelligenza artificiale serve alla formazione dei nostri giovani?

Alfonso Benevento

## ABSTRACT

Le conseguenze prodotte dalle tecnologie digitali dell'informazione e della comunicazione (ICT) riguardano l'uomo e il senso del sé, il suo rapporto con gli altri, la sua rappresentazione e reciprocità con l'ambiente circostante. Per questi motivi le ICT non sono da pensare come strumenti che servono per interagire col mondo e con la società; viceversa sono da interpretare come delle vere e proprie forze dell'ambiente e sociali, che in maniera pervasiva modellano la realtà e influenzano il nostro modo di relazionarci con noi stessi e con gli altri.

PAROLE CHIAVE: ICT, formazione, comunicazione, educazione.

## Abstract

The consequences produced by digital information and communication technologies (ICT) concern man and his sense of self, his relationship with others, his representation and reciprocity with the surrounding environment. For these reasons, ICTs are not to be thought of as tools that serve to interact with the world and with society; conversely they are to be interpreted as real environmental and social forces, which pervasively shape reality and influence our way of relating to ourselves and to others.

KEYWORDS: ICT, training, communication, education.

## Il tempo e la storia

La diffusione continua e sempre crescente delle Tecnologie digitali dell'Informazione e della Comunicazione (ICT) sta producendo grandi trasformazioni sia a livello sociale che antropologico, definendo una nuova rivoluzione scientifica: la quarta in ordine di tempo. Come le precedenti, anche quest'ultima concorre a modificare la *comprensione* che l'uomo ha del mondo esterno e anche la *concezione* di chi siamo. È una rivoluzione che si basa sui *dati* (elementi di input) che elaboriamo e trasformiamo in *informazioni* (risultati o output) attraverso un *processo* di calcolo che definiamo *computazionale*. Stiamo

(ri)definendo il mondo in cui viviamo e agiamo quotidianamente dove *persone* (soggetti) e *cose* (oggetti) decidono, operano e co-operano, agiscono e interagiscono, sulla base della propria *capacità (potere) computazionale*. Possiamo anche definirla come la rivoluzione basata sul *potere computazionale* che rivoluziona il quotidiano, le diverse forme di vita individuale e collettiva cercando di adattare il più possibile il mondo e la rappresentazione della realtà al modo in cui funzionano le ICT, che a loro volta sono alimentate proprio dalla computazione. Da ciò si deduce come è il *potere computazionale la nuova forma del "potere"*, un processo in cui *non più i dati* bensì la *capacità computazionale* è diventata il *nuovo petrolio del XXI secolo*. Osserviamo la realtà come dati che collezioniamo, colleghiamo ed elaboriamo tra loro fabbricandone di nuovi che vanno ad alimentare banche dati e big data, realizzando così un nuovo strumento: il *"macroscopio"*. Quest'ultimo ci dà la possibilità di vedere in maniera nuova il complesso dei legami sociali, individuare tutte quelle relazioni e connessioni che prima delle ICT digitali non eravamo in grado neanche di individuare. Se il potere computazionale sta alla base dell'interpretazione del mondo e della realtà ne segue, allora, che i processi computazionali che servono alla persona e alla collettività non possono essere lasciati senza regole ma necessitano di principi e procedure che ne regolano il governo. Essendo un fenomeno collettivo occorrono allora politiche condivise a livello mondiale di gestione ovvero di *governance*.

Se esaminiamo poi lo sviluppo della vita umana seguendo la periodizzazione della "storia" in intervalli di tempo, tale che ogni periodo è ben individuabile da quello che lo precede e lo segue, abbiamo due grandi ere: "la *Preistoria* e la *Storia*"; Ciascuna identificata da caratteri originali, contraddistinta da schemi validi per tutte le aree culturali e definita da precisi modi di vita. *Preistoria* e *storia*, cosa molto importante, raccontano "come le persone vivono" e non invece "quando e dove vivono". Questi sono certamente casi isolati poiché la "quasi totalità" delle persone nel mondo vivono *almeno* nell'età della storia. L'umanità è passata dalla preistoria alla storia quando è riuscita ad inventare "sistemi" per registrare, raccogliere e tramandare *informazioni* per un consumo futuro. Storia, come periodo successivo alla preistoria, è allora sinonimo di età dell'Informazione, che include come arco temporale quello compreso tra l'età del Bronzo (quando i Mesopotami inventano la scrittura) e il nostro periodo, coinvolgendo così diversi generi e tipologie di società dell'informazione. Nel tempo le ICT hanno subito lente trasformazioni anche se la capacità di processare i dati ha inizio con Gutenberg, passa per Turing e trova compimento nel secolo attuale. Da qualche anno si è iniziato a osservare come il benessere dell'uomo e il progresso dell'umanità non sono soltanto *collegati* all'informazione in se, ma sono altresì *dipendenti* dalla gestione del ciclo di vita dell'informazione, quel percorso circolare suddiviso in fasi che ha inizio con la *nascita* (creazione) e si conclude con l'*uso* (diffusione) passando per la *registrazione*, la *trasmissione* e la *manipolazione* dell'informazione. Da quando poi le ICT digitali hanno iniziato a creare ricchezza per un paese, e il valore dei beni e dei ser-

vizi prodotti non derivante più da beni materiali ma dipendente da beni intangibili fondati sull'uso di informazioni, allora secondo il filosofo L. Floridi siamo entrati nella terza era che definisce *Iperstoria*. Quest'ultima caratterizza le società come ICT-dipendenti, in cui le opportunità unite alle consapevolezze e alle fragilità costituiscono le nostre dipendenze. L'impatto delle ICT digitali sul benessere personale e sociale vede nel potere computazionale il *motore* della storia attuale mentre dati e Big data costituiscono il combustibile. Tuttavia, non è detto che l'intera umanità viva già completamente nell'*Iperstoria*, poiché esistono ancora molte persone che usano le ICT per registrare, trasmettere e utilizzare dati ma ancora traggono i maggiori benefici da altre tecnologie che non sono le ICT. Volendo rappresentare lungo una semiretta le tre ere storiche, la prima è la *Preistoria* con la completa assenza delle ICT ed il benessere personale e sociale legato a beni materiali. Ancora esistono al mondo alcune spartute tribù che vivono in questo modo. La seconda è quindi la *Storia* in cui le ICT subiscono nel tempo una serie di trasformazioni ma il benessere sociale e individuale non è collegato a loro. Molte società organizzate vivono secondo questo schema. Infine la terza è l'*Iperstoria* in cui il benessere individuale e sociale dipendono quasi totalmente dalle ICT digitali.

### Le identità dell'uomo

Gli antichi greci davano una grande importanza alla comunità (*polis*) e la persona trovava nelle relazioni che in essa si venivano a creare la sua identità e, conseguentemente, il proprio riconoscimento sociale. Col tempo il concetto greco di identità, legato cioè alle relazioni, si è trasformato al punto che in epoca moderna la burocrazia, come apparato tecnologico, ci ha dato un nuovo concetto d'identità quello dell'*individuo* e della vita *individuale*. Arriviamo ai nostri giorni in cui la "collettività e la tecnologia digitale" ovvero storia e digitale stanno nuovamente cambiando tutto facendo riconsiderare i concetti di identità, persona, individuo e relazioni. Infatti, se nell'epoca moderna esisteva il concetto del "*li e ora*" come espressione di eventi irripetibili perché legati allo spazio e al tempo, oggi il digitale e la storia ci hanno aperti al nuovo concetto del "*qui e ora*". Ad esempio, nell'epoca moderna per ascoltare l'esecuzione musicale di un qualsiasi artista occorre trovarsi proprio in quel momento e luogo (*li e ora*), oggi l'mp3 rende riproducibile (*qui e ora*), per un numero infinito di volte e per quante persone (device) vogliamo l'esecuzione di quel brano. Nel primo caso il valore è dato dall'esecuzione *li e ora* dall'artista, nel secondo caso invece il valore è dato dall'mp3 e dalla sua infinita riproducibilità per tutti i device che vogliamo. Ugualmente nella vita reale, che possiamo definire analogica, siamo stati abituati ad avere una sola identità personale legata al nome, cognome, luogo e data di nascita. In definitiva un *li e ora* che ci definiscono per tutta la vita. Oggi nell'onlife, nella vita eternamente connessa e digitale, possiamo avere diverse identità ciascuna corrispondente a diversi luo-

ghi o situazioni che viviamo. In questo caso il *qui e ora* definiscono contemporaneamente più identità per la stessa persona. Siamo quindi passati dall'identità personale che è individualità e storia personale alle tante identità digitali, ciascuna delle quali racconta parti di noi attraverso nubi di punti. Una macchina che in qualche modo intercetta queste nubi elabora, "una sagoma" che utilizza per aggregarla ad altre e fare di noi "una parte di un gruppo". Questo è ciò che succede alle nostre identità quando vengono "individuate" dagli algoritmi delle macchine. Se nell'epoca moderna si nasceva ciò che si diventava ed ogni individuo aveva e conservava una propria identità, oggi nella trasformazione contemporanea in cui tutto è convertito in dati, viviamo da cittadini digitali in contesti in cui l'identità personale (propria) cede il passo all'*identificazione* e l'identità singola diventa pluri-identità con cui si possono sperimentare modi e forme diverse di realtà. L'identità singola da preservare, quella cioè del tempo analogico, attraverso un processo evolutivo di emancipazione, si trasforma in pluralità di condizioni e modi di esistenza diversi per cui, ad esempio, *l'identità di genere biologica* cambia in una *opzione sessuale temporanea* dato che in rete si possono assumere identità multiple. Il processo di digitalizzazione sta trasformando il soggetto, la persona così come l'abbiamo conosciuta, da *individuo a info-viduo* in cui ogni singolo aspetto della persona si trasforma in digitale. Allora ogni traccia della persona diventa *dato* aprendo scenari nuovi su chi, ad esempio, siamo realmente. Continuiamo ad abitare città che ci appaiono sempre le stesse da secoli, in realtà la digitalizzazione ne sta modificando la natura intrinseca per cui viviamo altri spazi rispetto a ciò che crediamo. I processi di digitalizzazione applicati a ogni singolo elemento reale producono nuovi elementi e nuove condizioni, generando di fatto artefatti che comunque mantengono le condizioni di "manicum" dell'uomo che li ha creati, portando dentro di sé un po' di quello che l'uomo ha messo dentro per crearlo. Per questo la tecnologia non è mai neutra fino in fondo ma invita a leggere la realtà con quell'intenzionalità che l'uomo le ha dato quando l'ha pensata.

### Intelligenza Artificiale e robot a scuola

Se si usa il computer come strumento per trasmettere *conoscenze* l'obiettivo principale è quello di favorire un *apprendimento attivo*, per cui *deve essere il bambino a programmare il computer* e non il contrario ovvero *il computer a programmare il bambino* (S. Papert). I bambini, così come gli adulti, imparano meglio se la loro conoscenza è fatta di esplorazioni graduali in cui da soli e senza schemi precostituiti possono costruire i propri progetti, provare gli schemi, manipolare nozioni e idee. Questo processo di conoscenza parte dal concetto di "*Pensiero computazionale*", ovvero dalla capacità di individuare uno specifico procedimento costruttivo, fatto di passi semplici (atomizzazione del problema) e non ambigui che porta alla risoluzione di un problema più com-

plesso. Le sequenze di passaggi costituiscono l'algoritmo risolutivo, che utilizza strumenti e metodi di programmazione e sviluppo per raggiungere i risultati secondo la pratica del *coding*.

La robotica (educativa) è un ulteriore strumento didattico e di apprendimento per gli studenti, senza limitazione d'età. L'evoluzione delle tecnologie oggi consente di affiancare ad un software anche una parte meccanica che, se ben progettata e realizzata con cura, riesce ad eseguire i comandi pensati dal programma. Sono proprio i robot a coniugare *fare e pensare*, estendendo il concetto di informatica. Computer e robot hanno in comune il microprocessore, ma se il primo riceve i suoi dati di input/output da tastiere o scanner, il secondo invece riceve dati da sensori che poi interagiscono con l'ambiente. Se gli output del computer si possono verificare attraverso stampanti o monitor, il robot per restituire i dati elaborati necessita di motori, leve, ingranaggi che lo qualificano nella sua attività e nel suo risultato. Tuttavia in entrambi i casi, sia che si tratti di un computer o di un robot, tra input ed output vi è sempre il software a regolare l'attività della macchina. Il coding è allora un metodo, una pratica da applicare in maniera creativa all'interno di un contesto, ad esempio una classe, per sperimentare opportunità diverse e nuove dinamiche, facilitando tra l'altro il lavoro di gruppo (*teamwork*), il fare squadra (*teaming up*) e includere gli esclusi (*inclusion*). La robotica è la traduzione in oggetti materiali di un'idea che si è trasformata attraverso le conoscenze della computazione e della programmazione. Per certi aspetti, anche pratici, si può affermare che pensiero computazionale, coding e robotica sono una sequenza lineare di passaggi. L'*Intelligenza Artificiale* è tra le tecnologie più promettenti del nostro tempo poiché con le sue diverse e innumerevoli applicazioni può salvare vite umane, elaborare previsioni di qualsiasi genere, aumentare la produttività in diversi ambiti e settori. L'IA può quindi portare beneficio alla società, nel suo complesso, coinvolgendo sia la vita quotidiana che l'attività lavorativa di ciascuna persona. L'Intelligenza Artificiale si può quindi affermare che ridisegnerà le nostre vite, in questa fase di trasformazione in cui il modo di vivere e lavorare di ciascuno sta cambiando sotto i nostri occhi, modificando abitudini e consuetudini. Se l'IA diventerà un valido collaboratore dell'uomo senza riuscire a sostituirlo in quelle funzioni legate all'emozione e al sentimento, peculiarità esclusive della persona, è fondamentale sviluppare "competenze" per capire come funzionano gli algoritmi e le basi di dati che costituiscono le fondamenta dell'Intelligenza Artificiale e sapersi quindi rapportare con le macchine. Per far questo occorre partire con un piano, strutturato, di formazione che coinvolga innanzitutto la scuola ed i suoi attori principali ovvero: studenti e insegnanti. Imparare il *coding* è importante perché si riesce a comprendere bene ciò che la tecnologia consente di fare, acquisire consapevolezza e ripristinare il rapporto tra essere umano e tecnologia senza mai perdere di vista il fatto che la tecnologia non è magia ma una risposta alla programmazione e ai comandi dell'essere umano. Inoltre, fa acquisire una forma di "ragionamento algoritmico" spezzettando il problema. Imparare a progettare dei *robot* vuol dire creare e dare forma alle

proprie idee, sviluppando capacità critiche e di pensiero, confrontarsi con altri esplorando sistemi di cui non si conosce a priori il risultato. I robot vanno pensati come innovazione al servizio dell'uomo. Nella loro progettazione si parte da un pensiero e non da un linguaggio, si focalizza su un procedimento e non su un risultato. Imparare a formulare idee che possano trovare applicazione nei settori dell'*Intelligenza Artificiale* è importante, ma ora la sfida fondamentale per l'essere umano è quella di costruire un senso intorno all'Intelligenza Artificiale. Occorre essere consapevoli nell'utilizzo della tecnologia per saper trarre vantaggio dalle stesse, ma anche individuare quei problemi che possano derivare da un loro cattivo uso. La scuola deve affrontare questi temi per preparare le future generazioni, la legge sulla formazione al coding è certamente un primo passo verso la diffusione consapevole del digitale-scuola, perché la rilevanza di questi aspetti coinvolge l'intera società. Partire sin dalla scuola elementare con la formazione strutturata alla tecnologia, vuol dire affrontare senza indugio il futuro.

## Conclusioni

La tecnologia digitale è di fatto una presenza costante che è diventata anche la nostra seconda pelle, spesso ci viene insegnato il suo utilizzo però quasi mai come comprenderla. Il successo di una tecnologia non è legato al fatto che possa funzionare bene dal punto di vista tecnico, quanto agli effetti considerevoli che riesce a produrre sulle vite delle persone intercettandone i bisogni, le aspettative e i cambiamenti nelle abitudini. Maggiore è la velocità con cui si diffonde una tecnologia, tanto maggiore sarà la sua capacità di rendersi indispensabile. Come succede nei dischi in vinile anche le ICT hanno sempre il lato A e quello B, così che se da un lato creano dall'altro distruggono qualcosa, ma *non è mai un'isola* (John Donne). La *quarta rivoluzione scientifica* che si basa sul potere computazionale, diventato il nuovo petrolio del XXI secolo, elabora dati per generare informazioni e alimentare altri dati e Big data, ci sta introducendo nell'*Iperstoria* epoca storica in cui il benessere individuale e sociale dipendono quasi totalmente dalle ICT. La stessa rivoluzione sta trasformando l'identità dell'uomo da *personale* a *pluri-identità*, e se nella vita reale l'individuo ha una sola identità correlata al "*lì e ora*", nel digitale lo stesso individuo può averne diverse (pluri-identità) connesse al "*qui e ora*". Il processo di digitalizzazione sta quindi cambiando il "soggetto uomo" da *individuo* a *info-viduo* continuamente tracciato come *dato* tra i *dati* nell'*onlife* e rappresentato come una sagoma che di volta in volta fa parte di un gruppo. A scuola o in altri contesti educativi di tecnologia non se ne parla quasi mai e quando è possibile farlo, anche in spazi delimitati come i laboratori, funge da veicolo di sapere, di esperienza, invece che essere trattata come *infrastruttura* che posta al di sotto di altre strutture di tipo materiale o anche simbolico e figurale dà sostegno a realtà strutturali come la "società", la "scuola", lo "stato". I dispositivi

mobili che portiamo sempre con noi ci rendono costantemente connessi, *always on*, ma per sfruttare a pieno le potenzialità delle tecnologie occorre creare una “strana” ma del tutto “nuova” commistione (ibridizzazione) tra gli spazi fisici in cui operiamo e quelli virtuali in cui siamo costantemente immersi. L’infinito non è il cielo ma la mente dell’uomo che con le sue emozioni crea relazioni e azioni. Le decisioni prese sui numeri ci devono far ricordare che per capire il significato di un numero serve l’uomo, per stimare il valore di un numero basta una macchina. È giusto ridurre le scelte sui valori etici a valori numerici?

## Bibliografia

- FLORIDI, L. *La quarta rivoluzione*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2017  
DURANTE, M. *Potere computazionale*, Meltemi Editore, Milano 2019  
CALISE, M., MUSELLA, F. *Il principe digitale*, Editori Laterza, Bari 2019  
BUCCHI, M. *Io & Tech*, Giunti Editore S.p.A/Bompiani, Milano 2020  
BENANTI, P. *Le macchine sapienti*, Marietti 1820, Bologna 2018  
PACCAGNELLA, L., VELLAR, A. *Vivere online*, il Mulino, Bologna 2016  
FAENZA, R., GAVRILA, M. (a cura di), *Il cinema dà Sapienza*, FrancoAngeli, Milano 2020  
BLANDINI, S., SAVAZZI, M. (a cura di), *PA in viaggio*, Aracne Editrice, Roma 2020

## Sitografia

<http://www.raiply.it/programmi/codicelavitaedigitale> (B. Carfagna autrice)

# Reti neurali. Potenza computazionale, problematicità degli interventi socioeducativi e distopie del contemporaneo

Vincenzo Carbone

## ABSTRACT

Questo contributo proverà a dar conto – senza entrare nei dettagli dell’implementazione dell’architettura delle reti neurali, discussi approfonditamente in due articoli scientifici (Carbone-Piras 1998 e 1999) – di un’esperienza di ricerca e di impiego operativo di un modello previsionale, applicato ai fenomeni di dispersione scolastica, basato su reti neurali artificiali del Centro di ricerca Semeion di Roma, diretto da Massimo Buscema. Un’esperienza archeologica, molto situata, non solo per il campo di applicazione (i problemi legati alla scolarità, con particolare riferimento al complesso fenomeno della dispersione) e per i modelli computazionali adottati (le reti neurali), ma, soprattutto, per il contesto locale di riferimento.

PAROLE CHIAVE: Reti neurali, Formazione, Dispersione scolastica.

## ABSTRACT

This contribution will try to account – without going into the details of the implementation of the neural network architecture, discussed in depth in two scientific articles (Carbone-Piras 1998 and 1999) – of a research experience and application of a forecasting model, applied to early school leaving phenomena, based on artificial neural networks of the Semeion Research Center in Rome, directed by Massimo Buscema. An archaeological experience, very situated, not only for the field of application (problems related to schooling, with particular reference to the complex phenomenon of dispersion) and for the computational models adopted (neural networks), but, above all, for the context local reference.

KEYWORDS: Neural networks, Education, School dropout.

Premessa: il contesto

L’immagine della Madonna del Solletico (1426-27) del Masaccio mi consente di situare il progetto di cui si parlerà nelle prossime pagine, di ritornare a San Giovanni Valdarno, in provincia di Arezzo, dov’è stato realizzato nella seconda metà degli anni ‘90 del precedente millennio, presso l’Assessorato alla

Cultura, ubicato nella Casa natale di Masaccio. In quella fase storica l'Assessorato, allora diretto da Giuseppino Piras (uno straordinario animatore dell'Associazione Italiana di Educazione di Comunità – AIEC) era capofila del Distretto socioeducativo ed aveva istituito un Centro di documentazione educativa, che elaborava una pluralità di progetti innovativi e mobilitava risorse di diversa natura per lo sviluppo sociale dei contesti locali, con una non comune capacità di 'catturare fondi' e di sollecitare l'attivazione delle istituzioni coinvolgendo diversi pubblici e stakeholder (Piras-Viccaro 1997).



*La madonna del solletico di Masaccio*

Il progetto dell'*Osservatorio previsionale Palomar* mi consente, inoltre, di ritornare a un'era geologica, ormai trapassata, se consideriamo la profezia conosciuta come *legge di Moore*, oggi che Google pare abbia perfezionato un *computer quantico*, una macchina capace di risolvere in poco più di 3 minuti un'operazione che per un computer tradizionale richiederebbe 10.000 anni. Allora disponevo di un processore 284, le elaborazioni duravano interi pomeriggi. Talvolta l'intera notte.

Ritornando all'immagine di cura materna, finanche tenera e gioiosa, per il solletico al bambino, che il genio di Masaccio ha saputo magnificare, traspare, tuttavia, un'infinita tristezza, persino distante. Intendo sottolineare, con questa interpretazione, la *mestizia previsionale*, uno dei *sette dolori di Maria*, secondo la profezia di Simeone, che preannunciò, alla vergine-madre, le vicende dolorose della vita del figlio Gesù.

Questo contributo proverà a dar conto – senza entrare nei dettagli dell’implementazione dell’architettura delle reti neurali, discussi approfonditamente in due articoli scientifici (Carbone-Piras 1998 e 1999) – di un’esperienza di ricerca e di implementazione di un modello previsionale, applicato ai fenomeni di dispersione scolastica, basato su *reti neurali artificiali* del Centro di ricerca Semeion di Roma, diretto da Massimo Buscema.

Un’esperienza archeologica, molto situata, non solo per il campo di applicazione (i problemi legati alla scolarità, con particolare riferimento al complesso fenomeno della dispersione) e per i modelli computazionali adottati (le reti neurali) ma, soprattutto, per il contesto locale di riferimento.

La provincia di Arezzo, nella Toscana ricca e colta, con un tessuto socioeconomico dinamico, una tradizione civica (Putnam 1997) caratterizzata dal consistente protagonismo della società civile (Cartocci 2007) e dal significativo impegno degli enti territoriali nel settore sociale, educativo e formativo. Un territorio dov’era radicata la consapevolezza del problema che veniva declinato, allora, come *dispersione scolastica*. Una fenomenologia che, pur non essendo rilevante sotto il profilo quantitativo, era percepita e rappresentata dai leader politici ed educativi come *problema di equità*, non tanto nell’accesso alla scolarità, quanto nella permanenza e nei risultati delle performance educative e nella catena di causazioni sociali, politiche ed economiche che il possesso, diffuso e democratico, di tale risorsa consentiva di conseguire da parte dei soggetti.

L’osservatorio, dinamico e previsionale, sulla dispersione scolastica intendeva offrire, in via sperimentale, consulenze agli istituti secondari di secondo grado, ai consigli di classe, collaborando con le altre figure professionali che si occupavano di qualità dei processi di insegnamento-apprendimento.

## Il problema

Il progetto intendeva affrontare, in via prioritaria, «tutti i fenomeni che comportano sia un rallentamento che un’interruzione del percorso formale di studio prima del raggiungimento del titolo di studio interno ai vari cicli scolastici: quindi sia le ripetenze che le bocciature e gli abbandoni durante il corso di studi» (Morgani 1998: 13).

Un’archeologia del sapere, che interroghi le categorie impiegate e i rispettivi quadri teorici di riferimento, dovrebbe prendere in considerazione il progressivo slittamento nel dibattito scientifico e pubblico dal tema della *giustizia* e dell’*equità* del sistema di istruzione e formazione verso i temi e i criteri di *efficacia* e, soprattutto, di *efficienza*. Negli ultimi decenni temi dominanti, che alludono ad approcci, e a metriche, sempre più focalizzate sulle categorie: di *investimento in capitale umano* e di *ritorno dell’investimento formativo* e al ‘mantra’ delle *competenze*, declinate in termini skill psicologiche, con l’impiego di sistemi di valutazione sempre più astratti e complessi, assunti dalle tecniche econometriche e fondati su pratiche discorsive e retoriche astrattamente *meritocratiche* (Barone 2012, Albanese 2013, Ciccarelli 2018).

Lo smottamento, evidentemente non solo semantico, è rintracciabile nei quadri teorici che, nel dibattito scientifico interno alla sociologia dell'educazione, Elena Besozzi (2006:178) ricostruisce come dilemmi, tra:

- *Selezione/socializzazione* attivo fino a tutti gli anni '60 del precedente millennio;
- *Selezione/uguaglianza* delle opportunità in termini di accesso e di riuscita fino agli anni '90 (gli anni in questione).

Che poi diventerà:

- *Uguaglianza/differenza*, dove l'analisi sociologica si è concentrata sull'attore, sull'intenzionalità, sulla scelta razionale.

La nozione di *dispersione scolastica*, secondo Gattullo (1989) è stata adottata a partire dagli anni '80 in sostituzione della categoria di *selezione*. Un termine che consegnava al sistema scolastico un ruolo attivo nel *filtraggio* degli studenti, in funzione delle loro caratteristiche personali e sociali. La nozione di dispersione fa, invece, assumere al fenomeno una connotazione più ambigua e meno conflittuale, avalla l'impressione che la responsabilità di insuccessi e abbandoni sia da attribuire agli studenti e alle loro famiglie, anziché alla scuola. L'utilizzo del termine dispersione si traduce, così, in un'operazione di occultamento dei processi di *selezione scolastica* presenti nelle istituzioni educative e formative italiane (Schizzerotto 2002).

La complessità del fenomeno dispersivo dopo essere transitato dalla categoria di *disagio* a quella di *benessere scolastico*, più recentemente approdato sui *bassi livelli di apprendimento* (Colombo 2010), oggi, fa riferimento alla categoria statistica di *neet* – che ha origine nell'ambito delle politiche sociali inglesi nei confronti dei giovani marginali – del tutto priva di densità sociologica e che allude alla mancanza di attivazione responsabile dei soggetti passivizzati, perché non implicati nell'istruzione, nella formazione, nel lavoro o nella sua ricerca (Antonini 2014).

La riflessione sociologica di quegli anni (Gambetta 1990, Benadusi et al. 2004), tuttavia, mostrava come il fenomeno dovesse essere inteso come la risultante di una molteplicità di fattori escludenti che, schematicamente, abbiamo ricondotto in quattro ambiti:

- Le situazioni soggettive (difficoltà relazionali, problematiche di ordine psicologico, fisico, ma anche la presenza di forti interessi esterni al mondo della scuola)
- Le situazioni di contesto familiare (difficoltà economiche, le scarse dotazioni culturali, il significato attribuito all'istruzione e alla formazione)
- Il contesto scolastico (caratteristiche dei processi di insegnamento-apprendimento, l'incapacità di dare senso e significato agli studi e all'esperienza di apprendimento scolastico, a sostenere i più deboli, ad esercitare azioni psicopedagogiche tese a promuovere la personalità e gli interessi dei giovani (discriminazione positiva)
- Il contesto socioeconomico (i caratteri del mercato del lavoro sia in termini di attrazione, per le opportunità di impiego e di guadagni imme-

diati, anche in assenza di qualifiche elevate, ma anche l'assenza di prospettive occupazionali ed il mancato raccordo tra sfera della formazione e dei lavori).

## Il progetto

Dal punto di vista teorico vi era, da un lato, la necessità di passare dalla prospettiva del *condizionamento* a quella dell'*interazione* (Besozzi 2006), cercando di sfuggire al determinismo sociale e culturale che tende a non riconoscere le singolarità. Dall'altro c'era l'esigenza di trovare chiavi di lettura, individualizzate e personalizzate, da offrire agli operatori dell'educazione e della formazione, ai soggetti in difficoltà scolastica e alle loro famiglie individuando elementi concreti sui quali intervenire per accrescere capacità di fronteggiamento delle situazioni di rischio, legate alle basse performance e all'abbandono scolastico, alle situazioni di frequenza irregolare, interruzioni e disaffezione.

L'idea progettuale (Carbone-Piras 1998 e 1999) intendeva costruire un *sistema previsionale* sul fenomeno della dispersione, con capacità individualizzate e preventive, che offrisse indicazioni per le attività di *counseling* educativo personali o di gruppo-classe. Affinché operatori educativi, agenzie e famiglie potessero avere consapevolezza delle situazioni di vulnerabilità e potessero intervenire, preventivamente, per contrastare gli eventi negativi previsti.

Lo studio e la sperimentazione intendevano offrire agli operatori che affrontavano il fenomeno strumenti in grado di:

- Prevedere precocemente le situazioni di disagio scolastico che potevano condurre all'abbandono ed alla dispersione per ogni singolo studente.
- Individuare le variabili o il complesso di fattori che soggettivamente, per gruppi classe o riferiti a contesti più ampi, contribuivano a determinare la previsione.
- Suggestire strategie d'intervento per le azioni di sostegno individualizzato e di potenziamento (diretto o indiretto) dello studente contro i rischi di dispersione.
- Valutare e verificare l'efficacia degli interventi attuati per contrastare le situazioni di rischio.

## L'approccio

La necessità prioritaria consisteva nell'adozione di un approccio adeguato alla complessità del fenomeno. Data dall'evidenza della multifattorialità e della processualità delle forme del successo/insuccesso scolastico. Una pluralità difficilmente enumerabile di fattori embricati: sociali, economici e culturali della famiglia di origine, riferimenti valoriali e normativi, inclinazioni e predisposizioni personali, variabili psicologiche e relazionali, climi scolastici, stili educa-

tivi, relazioni nel gruppo dei pari e con il corpo docente, approcci psicopedagogici, modelli didattici e metodologie disciplinari, codici linguistici, espressivi e comunicativi, stili di vita e di consumo, ecc.

Quello che non sapevamo (e che continuiamo a non conoscere) è in quale misura tali fattori si combinassero, quale il modello dei nessi di causazione (*dirette, indirette, spurie*) tra le variabili ed il loro peso reciproco e retroattivo. Il modo in cui si determinano gli esiti scolastici soggettivi era (e rimane) largamente oscuro e indessicabile.

La letteratura più accreditata negli anni '90 sulle tecniche di analisi previsionali adottate per studiare i fenomeni sociali complessi ha suggerito l'impiego delle *reti neurali artificiali*. Un modello computazionale che, adottando una logica parallela e distribuita su unità discriminanti, si mostrava in grado di costruire (per approssimazione) le regole sfumate che spiegano il funzionamento di un sistema complesso.

### La struttura del problema e il suo impianto

Le reti eteroassociate adottano un processo di apprendimento delle grandezze di *input*, associandole ai valori di *output*, attraverso l'addestramento su unità *target* preimpostate dallo sperimentatore. Nella previsione della dispersione scolastica è stato necessario, in fase di addestramento, possedere sia le informazioni di *input* (le variabili raccolte con lo strumento di rilevazione) e quelle di *target* (l'esito scolastico: bravi, *Best*; dispersi, *Drop*). A ogni modello di informazioni di ingresso è necessario, cioè, associare una classe univoca di appartenenza. La realizzazione del progetto di addestramento della rete ha imposto un rigoroso protocollo di ricerca:

- l'individuazione delle variabili di *input* e di *output*;
- la costruzione di uno strumento di rilevazione valido e attendibile;
- la rilevazione sul campo e la costruzione della banca dati contenente le informazioni delle schede di rilevazione (*input*) e l'attribuzione della classe di appartenenza (*output*) per le fasi di *training* e *testing* del sistema;
- la selezione delle reti dotate di maggiore capacità previsionale;
- la sperimentazione su modelli nuovi, su cui effettuare stime previsionali.

### Strategie di individuazione dei modelli

La scheda di rilevazione è stata realizzata sulla base delle indicazioni teorico-metodologiche fornite dalla *Squashing theory* (Buscema 1994). È stato necessario adottare, innanzitutto, il criterio della diversificazione delle informazioni relative all'oggetto dell'indagine. Con la tensione indirizzata all'individuazione di dati relativamente stabili come esperienze, comportamenti e abitudini, piuttosto che orientamenti valoriali e predisposizioni psicologiche. Diversificazione e stabilità

risultano, infatti, indispensabili per riuscire a simulare un sistema complesso: molte informazioni (244) per estensione e numerosità, preferibilmente su caratteri stabili (scuola/amicizia/tempo libero/lavoro/famiglia / stili cognitivi su prove linguistico-logico-numeriche).

### Il progetto di rete

Lo spazio di immersione del problema è costituito dai valori di input (244 campi informativi) e dalle 2 unità di apprendimento (Best – Drop) che, plasticamente, deformano la dinamica interna della rete, i pesi di input e di output delle unità nascoste. La rete eteroassociata, seguendo una procedura di *back propagation*, per ulteriori approssimazioni, e sulla base del metodo del gradiente discendente, costruisce progressivamente le regole sfumate tra le variabili computate in maniera da discriminare i modelli di input cui è stata esposta tra le classi target di appartenenza esclusive.

Le procedure di addestramento (training) e validazione (testing) prevedevano la divisione randomica dei modelli input-target e del loro ordine di presentazione. Per la stima della bontà previsionale (testing) venivano utilizzati i soli dati di input, al fine di confrontare successivamente l'output con il valore noto di target assegnato ai modelli non impiegati nella fase precedente di addestramento. Il controllo dell'affidabilità delle reti addestrate permetteva di confermare la bontà previsionale del sistema (dal 95% al 97%) e, dunque, la capacità di generalizzare su casi nuovi.

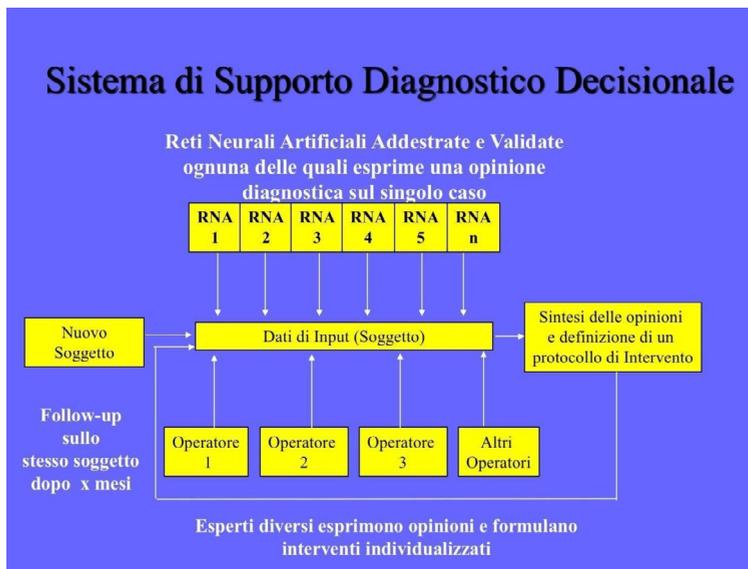


Figura 2. Diagramma del progetto Palomar

### La sperimentazione di un servizio: elementi di criticità

L'eccezionale potenza di calcolo, la capacità previsionale molto elevata e consistente, pur elementi necessari, non sono apparsi condizioni sufficienti per la presa in carico dei soggetti svantaggiati e fragili. I margini di intervento restavano, per molti aspetti, indefiniti: nella scuola dell'austerità permanente non vi sono risorse, neanche per l'ordinario.

La distanza tra pratica e ricerca educativa era (ed è) ancora incolmabile. Le capacità di negoziazione entro le istituzioni educative di un territorio non erano (e non sono) egualmente distribuite nella società e la domanda di istruzione non era (e non è) omogenea. Le visioni del fare scuola come funzione rigidamente trasmissiva e promozione di apprendimenti e capacità, ancora enormemente radicate. Rilevanti le arretratezze psicopedagogiche del corpo docente, sovente arroccato su pratiche educative e metodologie didattiche poco duttili e non sempre orientate alla promozione integrale dello sviluppo dei giovani in formazione. Le culture degli insegnanti e degli operatori, cristallizzate intorno a pratiche consolidate e tendenzialmente vischiose.

Gli insegnanti, frequentemente precari, tendevano (e tendono) a *fare giornata*, per molti aspetti permane la centralità del programma e del docente e ancora forte il rischio della *profezia che si autoadempie* (Rosenthal – Jacobson 1983), associata alla deresponsabilizzazione o alla delega agli altri esperti con la spiegazione che la scuola non può più essere sovraccaricata di nuove funzioni che la società le assegna.

Per queste ragioni, molte delle quali ancora attualissime, le finalità inclusive del *progetto Palomar* hanno dovuto fare i conti con una pericolosa 'eterogenesi dei fini', nella produzione di ulteriori, e più potenti, dispositivi di esclusione dei soggetti socialmente e culturalmente subalterni. L'impiego come tecnologia di monitoraggio, infine, costituisce indirettamente un nuovo e sofisticato potenziale sistema di controllo e di valutazione della qualità dell'intervento educativo.

Ho intravisto, allora, il rischio che uno strumento così potente, impiegato dai 'ragionieri contabili dell'istruzione e formazione', potesse essere adottato come sistema di discriminazione negativa (Castel 2008) per un uso selettivo. L'approccio utilitarista, per rendere efficienti gli investimenti in *capitale umano*, per accrescere competenze utili e profittabili, avrebbe potuto obliterare i processi di capacitazione *per tutti*, ritracciando l'intervento pubblico e riservando le risorse in istruzione e formazione soltanto ai *migliori e meritevoli*.

Profetizzavo, insomma, (come *Moore, Simeone e Masaccio*) il racconto distopico sulla meritocrazia di Young (1958), l'impiego della previsione per selezionare, gerarchizzare e legittimare le disparità educative e sociali.

Il solletico previsionale e il realismo capitalista, dopo (quasi) un quarto di secolo

La tecnologia delle macchine che apprendono rimane opaca, incorpora logiche proprietarie selettive e gerarchizzanti. Le visioni tecnologiche che pro-

mettevano tempo liberato e ricchezza per tutti (da Bell in avanti) confermano piuttosto il rovescio nell'opposto: l'incremento delle disparità e delle disuguaglianze, formazione di qualità e lavori ricchi per pochi affluenti e la *gig economy* (Crouch 2019), la precarietà, il lavoro povero per tutti gli altri (Casilli 2020, Srnicek 2017, Ciccarelli 2018, Carbone 2013 e 2018).

La potenza del calcolo connessionista, distribuito e sfumato, le macchine che apprendono dai dati, rendono moltissimi aspetti del tutto inintelligibili: è impossibile formulare ipotesi teoriche secondo i metodi condivisi nella ricerca scientifica in ambito sociale (Buscema 2020). Cris Anderson (2008) sostiene la 'fine della teoria': la correlazione, l'associazione sfumata è sufficiente e, pertanto, possiamo smettere di cercare modelli. Nell'era dei *big data* possiamo, pragmaticamente, non perder tempo con la teoria. E dare per scontato tutto il resto.

Blossfeld e Shavit (1993) nel fondamentale studio sulle disuguaglianze sociali ed educative hanno mostrato come a una società disuguale corrispondano profili di disuguaglianza educativa e che solo intervenendo in direzione di un più equo accesso alle risorse materiali e simboliche si produca, sul versante dell'educazione e della formazione, una crescita delle opportunità nel conseguimento dei risultati dell'istruzione. Le evidenze empiriche di questo fenomeno sono continuamente richiamate nella letteratura (Schizzerotto 2002).

È anche per questo che le *reti neurali*, le *macchine che apprendono*, gli *algoritmi* che inglobano conoscenza, hanno bisogno di essere sottoposti a una critica feroce. Tendenzialmente riproducono sia i 'discorsi' dei saperi esperti che incorporano, sia le disparità sociali che trattano, troppo semplicisticamente, come informazione numerica (Martella et al. 2018). I modelli di governo delle vite e le trasformazioni delle società nel biocapitalismo cognitivo (Vercellone 2006) si fondano sui codici algoritmici capaci di estrarre valore dalle nostre facoltà vitali, nelle piattaforme digitali, nell'economia dell'attenzione e nei big data (Pasquinelli 2014, Braidotti 2014, Griziotti 2016, Vecchi 2018). In molte sfere sociali è già molto evidente: lavoro, produzione, logistica, consumi, sicurezza, intelligence e sistema militare, giustizia, valutazione del rischio finanziario o assicurativo.

Questi approcci critici ci consentono di esaminare più dettagliatamente le implicazioni che l'impiego di queste tecnologie hanno sulle nostre vite nei contesti specifici di apprendimento e formazione nei quali ci troviamo tutti implicati: ricercatori, docenti, studenti, management accademico.

L'*università algoritmica* è una realtà già 'catturata': si prevede chi si laureerà con successo e chi andrà fuori corso già al momento dell'iscrizione, si selezionano gli studenti ideali, i candidati da ammettere, a chi concedere prestiti per lo studio o borse. Soprattutto, nelle università su piattaforma, che sono in grado di produrre un'ingente massa di informazioni, gli algoritmi costruiscono classi virtuali, dove lavagne digitali, distribuzioni di materiali, appunti, e i sempre più frequenti test, mettono a disposizione una mole di dati che riguardano l'esperienza dello studiare in tempo reale e le modalità dell'apprendimento. Queste grandi quantità di dati, elaborati, profileranno e ottimizzeranno performance (Do 2019).

In campo educativo, l'estrattivismo dei big data adottato dal management accademico neoliberista, sfumando ogni distinzione tra *on e off-line*, tra umano e macchinico, usa il profilo di rischio di oltre 60 milioni di studenti, rendendo differenziale ogni esperienza di studio, prefigurando canali separati secondo le *metriche del profitto formativo*.

Queste ultime concorrono a selezionare e disciplinare le soggettività degli studenti; lo stesso modo di intendere la vita accademica ne è profondamente condizionato. Studiare è adempiere a un'obbligazione rispetto a competenze ed obiettivi preposti e automatizzati. Già dal 2007 un'università americana ha sviluppato una piattaforma capace di prevedere difficoltà e problemi legati ai comportamenti dei suoi iscritti e di notificarlo a insegnanti e studenti. Il sistema intelligente è capace di individuare la preparazione dello studente, il suo impegno e di anticiparne il rendimento: calcola sforzo e partecipazione, computa frequenza, risultati dei quiz, numero e qualità dei post ed il tempo dedicato agli studi, conta i numeri di clic, la qualità linguistica dei forum on line, il numero di interazioni nelle discussioni.

Un controllo continuo e incessante che rende lo studente omologato alle procedure automatiche di un contesto discorsivo che fa leva sull'autocontrollo e sull'ingiunzione continua alla responsabilità individuale delle performances richieste dall'accademia (Nicoli 2015, Chicchi – Simone 2017). Un dispositivo di controllo e di produzione di capacità prestazionali dello studente e dell'intera accademia (Pinto 2012).

L'algoritmo contribuisce a creare e mettere in forma questa realtà e le conseguenze sociali di questo modello sono note come *effetto san Matteo* (Merton 1968): le nuove risorse, che vengono rese disponibili, sono ripartite in proporzione a quanto uno già possiede.

Riproducono e amplificano, cioè, le disparità sociali che già esistono e che sono ulteriormente nascoste dall'imperscrutabilità algoritmica che governa tutto (Han 2015, Fisher 2018).

## Bibliografia

- ALBANESE, C. (2013). *Il feticcio della meritocrazia*. Manifestolibri, Roma
- ANDERSON, C. (2008). The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete. *Wired*, 06.23.2008 (<https://www.wired.com/2008/06/pb-theory/>).
- ANTONINI, E. (2014). *Giovani senza: l'universo Neet tra fine del lavoro e crisi della formazione*. Mimesis, Milano.
- BARONE, C. (2012). *Le trappole della meritocrazia*. Il Mulino, Bologna.
- BENADUSI L., CENSI A., FABRETTI V. (2004). *Educazione e socializzazione*. FrancoAngeli, Milano.
- BESOZZI, E. (2006). *Società, cultura, educazione*. Carocci, Roma.
- BRAIDOTTI, R. (2014). *Postumano*. DeriveApprodi, Roma.
- BUSCEMA, M.P., SEMEION GROUP (1999). *Reti neurali artificiali e sistemi sociali complessi. Vol. 1. Teoria e modelli. Vol. 2. Applicazioni*. FrancoAngeli, Milano.
- BUSCEMA, M.P. (1994). *Squashing Theory. Modello a reti neurali per la previsione dei sistemi complessi*. Armando, Roma.
- BUSCEMA, M.P. (2020, a cura di Capecci V.). *L'arte della previsione*. Mimesis, Milano.
- CARBONE, V., PIRAS, G. (1998). Palomar Project: predicting School renouncing dropouts, using the artificial neural networks as a support for educational policy decisions. *International Journal of Addiction, Substance Use & Misuse*.
- CARBONE, V., PIRAS, G. (1999). *Orientamento e dispersione scolastica: le Reti Neurali Artificiali come supporto della azione formativa*, in Buscema M. – Semeion Group, *cit.*, Vol. 2, pp.170-200.
- CARBONE, V. (2013). *Città eterna, precarie vite*. Aracne, Roma.
- CARBONE, V. (2018). Formazione e precarietà nel basso terziario. *Scuola Democratica*, n. 2, pp. 291-309.
- CARTOCCI, R. (2007). *Mappe del tesoro: atlante del capitale sociale in Italia*. Il Mulino, Bologna.
- CASILLI, A. (2020). *Schiavi del clic. Perché lavoriamo tutti per il nuovo capitalismo?* Feltrinelli, Milano.
- CASTEL, R. (2008). *La discriminazione negativa*. Quolibet, Macerata.
- CHICCHI, F., SIMONE, A. (2017). *La società della prestazione*. Ediesse, Roma.
- CICCARELLI, R. (2018). *Capitale disumano*. Manifestolibri, Roma.
- COLOMBO, M. (2010). *Dispersione scolastica e politiche per il successo formativo*. Erikson, Trento.
- CROUCH, C. (2019). *Se il lavoro si fa gig*. Il Mulino, Bologna.
- DO, P. (2019). *L'uso dei saperi*. Ombre corte, Verona.
- FISHER, M. (2018). *Realismo capitalista*. Nero, Roma.
- GAMBETTA, D. (1990). *Per amore o per forza?* Il Mulino, Bologna.

- GATTULLO, M. (1989). Scolarizzazione, selezione e classi sociali tra scuola secondaria e università. *Scuola e Città*, n. 1, pp. 1-45.
- GRIZIOTTI, G. (2016). *Neurocapitalismo, mediazioni tecnologiche e linee di fuga*. Mimesis.
- HAN, B. (2015). *Nello sciame*. Nottetempo, Milano.
- MARTELLA, A., CAMPO, E., CICCARESE, L. (2018, a cura di). Gli algoritmi come costruzione sociale. *The Lab's Quarterly*, XX / n. 4, (<https://thelabsquarterly.files.wordpress.com/2019/04/2018.4-the-labs-quarterly-0.-enrico-campo-antonio-martella-luca-ciccarese.pdf>).
- MERTON, R.K. (1968). The Matthew Effect in Science. The reward and communication systems of science are considered. *Science*, n. 159(3810), pp. 56-63.
- MORGANI, E. (1998, a cura di). *Adolescenti e dispersione scolastica*. Carocci, Roma.
- NICOLI, M. (2015). *Le risorse umane*. Ediesse, Roma.
- PASQUINELLI, M. (2014, a cura di). *Gli algoritmi del capitale*. Ombre corte, Verona.
- PINTO, V. (2012). *Valutare e punire*. Cronopio, Napoli.
- PIRAS, G., VICCARO, G. (1997). *Educazione delle comunità locali in Europa*. Liguori, Napoli.
- PUTNAM, R.D. (1997). *La tradizione civica nelle regioni italiane*. Mondadori, Milano.
- ROSENTHAL, R., JACOBSON, L. (1972). *Pigmalione in classe. aspettative degli insegnanti e sviluppo intellettuale degli allievi*. FrancoAngeli, Milano.
- SCHIZZEROTTO, A. (2002, a cura di). *Vite ineguali*. Il Mulino, Bologna.
- SHAVIT, Y., BLOSSFELD, H.P. (1993), *Persistent Inequality: Changing Educational Attainment in Thirteen Countries*. Westview Press, Boulder.
- SRNICEK, N. (2017). *Capitalismo digitale. Google, Facebook, Amazon e la nuova economia del web*. Luiss University Press, Roma.
- VECCHI, B. (2018). *Il capitalismo delle piattaforme*. Manifestolibri, Roma.
- VERCELLONE, C. (2006). *Capitalismo cognitivo*. Manifestolibri, Roma.
- YOUNG, M. (1958). *The rise of meritocracy*. Thames e Hudson, London.

Il primo volume della collana "Educazione e Intelligenza Artificiale" intende esplorare i diversi punti di vista emersi in occasione dei primi tre incontri annuali promossi dal 2018 al 2020 dal Dipartimento di Scienze della Formazione dell'Università degli studi Roma Tre. I contributi presentati intendono esplorare criticamente le molteplici prospettive scientifiche che è possibile assumere considerando le diverse declinazioni dell'Intelligenza Artificiale nell'ambito della pedagogia, della didattica, della sociologia, della filosofia, dell'ingegneria dell'informazione, dell'informatica e delle altre discipline matematiche, sociali e umanistiche che conducono studi teorici ed empirici finalizzati all'osservazione e alla disamina delle tecnologie innovative (quali intelligenza artificiale, data mining, reti neurali, sistemi esperti ecc.) e le loro implicazioni educative e sociali. L'intento è di porre in rilievo le evoluzioni in merito alle questioni etiche, alle scelte educative, alle influenze psicologiche, politiche, economiche e culturali, considerando, quindi, anche le prospettive proposte dai media studies, gender studies, learning analytics studies e dalle digital humanities.

Elenco Autori: Francesco Agrusti, Demis Basso, Alfonso Benevento, Vincenzo Carbone, Mario De Caro, Carlo De Medio, Omar Elsayed, Massimiliano Fiorucci, Fabio Gasparetti, Edmondo Grassi, Silvio Hénin, Salvatore Iaconesi, Carla Limongelli, Roberto Maragliano, Mauro Mezzini, Teresa Numerico, Oriana Persico, Filippo Sciarrone, Roberto Spigler, Marco Temperini.