

Creatività e Intelligenza Artificiale

Angelo Bonomi

Il Cobianchi, Verbania 2025, pp. 7-12

Mi sono già occupato di intelligenza artificiale (IA) in miei precedenti articoli, già nel 2017 con il suo rapporto con la tecnologia, nel 2018 con il suo rapporto con la biologia sintetica, dei suoi pericoli nel 2022 discutendo di istruzione classica o scientifica, e infine lo scorso anno discutendo di scienza e tecnologia. I miei studi sulla tecnologia mi hanno portato a considerare l'IA come essenzialmente un processo fisico, e quindi una tecnologia, non un'intelligenza, e che la creatività umana non sia paragonabile a quella possibile con l'IA. La creatività è alla base di un processo importante, che è quello di generare le idee innovanti che possono essere trasformate in nuove tecnologie, e che ho già trattato nel mio libro sulla dinamica della tecnologia, senza però entrare in dettaglio sul processo creativo che genera le idee.

Una discussione sulla creatività e l'IA non può essere fatta senza alcune considerazioni preliminari sullo sviluppo dell'IA, e se questa potrebbe eguagliare o addirittura sorpassare l'intelligenza umana, situazione chiamata singolarità tecnologica. Attualmente vi è una discussione sulla possibilità di poter realizzare un'IA in grado di fare tutto ciò che gli umani possono fare, realizzando un'IA generalizzata in grado di sostituire ingegneri e ricercatori, e di aumentare autonomamente le sue capacità intellettive. Questa possibilità è legata al fatto che l'IA possa anche emulare il comportamento umano e la sua capacità di pensare, aprendo la questione se in una macchina possa esistere una coscienza. Questo ha generato un dibattito sulla natura della coscienza umana e se una coscienza simile sia realizzabile con l'IA. Vi è una corrente di pensiero che sostiene che la coscienza umana emerga semplicemente dalla complessità del funzionamento del cervello, e che questo possa essere ottenuta anche in una macchina IA sufficientemente complessa. Questa teoria non ha al momento alcuna descrizione di come avvenga il processo che trasforma i segnali fisici del cervello ad esempio nella sensazione cosciente di un colore, ne riesce a immaginare un possibile esperimento che possa dimostrare o no la sua validità. Contro questa ipotesi si è espresso recentemente Federico Faggin, fisico italiano ben conosciuto per aver inventato il microprocessore lavorando all'INTEL, il componente elettronico indispensabile per realizzare il PC e quindi anche i cellulari. Faggin ha proposto una teoria che spiega la natura della coscienza da un punto di vista fisico, considerando che l'intelligenza umana, e quindi la coscienza, sia parte di una realtà differente da quella spaziotemporale in cui noi viviamo nel nostro mondo macroscopico e in cui esiste l'IA.

Faggin considera quindi l'esistenza della coscienza come una realtà non compresa nei fenomeni studiati normalmente dalla fisica classica, che avvengono nello spazio e nel tempo, mentre vi sono alcuni fenomeni della fisica quantistica osservati sperimentalmente che non lo sono, come nel caso dell'*entanglement*. Questo fenomeno risulta accadere in una realtà che è indipendente dallo spazio e dal tempo. Tenterò di spiegarlo, per chi è interessato ad avere un'idea in cosa consiste l'entanglement, attraverso semplici analogie che provano l'esistenza di una realtà al di là di quella spaziotemporale in cui noi viviamo. L'entanglement è un fenomeno osservato sperimentalmente quando, in un processo quantistico, vengono emesse contemporaneamente due particelle in due diverse direzioni. Esso si basa sul fatto che ognuna delle due particelle assume contemporaneamente due valori opposti di una loro proprietà quantistica, cosa dimostrata sperimentalmente. In altre parole, se la proprietà fosse il "colore" esse sarebbero ambedue allo stesso tempo ad esempio "bianche" e "nera" per il cosiddetto fenomeno quantistico della *sovrapposizione*. Possiamo notare che questo fenomeno è già al di là della realtà spaziotemporale, infatti nel nostro mondo una pallina può essere bianca e nera ma non allo stesso tempo. D'altra

parte per avere contemporaneamente il colore bianco e nero occorre avere due palline colorate diversamente che sono distanziate necessariamente da uno spazio. Sulle particelle si può fare una misura per vedere il “colore”, e allora la particella mostrerà il “colore” nero o bianco secondo una certa probabilità, nel nostro caso del 50%. Allora, per le leggi della fisica quantistica, l'altra particella emessa dovrà, con una misura, mostrare necessariamente il colore opposto. Il problema è di spiegare come questa particella conosca il “colore” che l'altra particella ha mostrato precedentemente nella misura secondo una probabilità del 50%. Questo in modo da rispettare la fisica quantistica che impone alla seconda particella di apparire con il colore contrario osservato nella misura fatta precedentemente. Questo potrebbe avvenire attraverso un ipotetico segnale che avverte l'altra particella del colore che è apparso. Ora, facendo questa misura sulla seconda particella, molto rapidamente dopo la prima, e quando si trova a grande distanza dalla prima particella, questo ipotetico segnale dovrebbe viaggiare a una velocità superiore a quella della luce, cosa non ammessa nella realtà spaziotemporale in cui viviamo. Quindi si considera che l'apparizione del “colore” contrario nella misura sulla seconda particella sia istantanea, senza alcun segnale, e che il fenomeno avvenga quindi indipendentemente dallo spazio e dal tempo, dimostrando l'esistenza di una realtà che non è spaziotemporale.

La teoria di Faggin spiega, attraverso l'esistenza di una realtà indipendente dallo spazio e dal tempo, la formazione di molte cose, come le sensazioni dei colori, dette *qualia*, ma anche altre esperienze umane come le emozioni, e in particolare la conoscenza umana. I *qualia* sono sensazioni che appartengono alla coscienza umana, come ad esempio la sensazione del colore verde, e che tra l'altro non siamo in grado di verificare se un'altra persona, con la sua propria coscienza, ha la stessa sensazione. Possiamo approfondire le idee di Faggin considerando ad esempio la sensazione del colore verde. Questo colore è fisicamente un'onda elettromagnetica con una precisa frequenza che raggiunge la retina dell'occhio. Qui viene trasformata in un complesso sistema di segnali, di natura elettrica e chimica, che si propagano tra i neuroni del cervello, e che provocano, nella coscienza umana, la sensazione del colore verde. Faggin rifiuta di considerare che la sensazione del verde sia semplicemente quanto emerge dai segnali fisici nel cervello con un processo del tutto sconosciuto, ma propone una elaborata teoria che separa la coscienza dai fenomeni fisici che avvengono nella realtà spaziotemporale, come l'onda elettromagnetica corrispondente al colore verde, o i segnali che si diffondono nei neuroni del cervello. L'esperienza umana del colore verde avviene quindi in una realtà indipendente dallo spazio e dal tempo, in maniera immediata, come avviene nel fenomeno dell'entanglement della fisica quantistica spiegato precedentemente, e che quindi l'apparizione nella coscienza del colore verde, si basa su un fenomeno che non può essere spiegato avvenire in un certo tempo e in uno spazio fisico del cervello, essendo al di fuori della realtà spaziotemporale in cui il nostro corpo fisico vive.

Questa teoria è utile per spiegare anche la creatività nell'innovazione tecnologica, ridefinendo concetti comuni, come informazione, conoscenza e coscienza. Nella visione di Faggin l'informazione è essenzialmente un processo fisico fatto di segnali fisici come le vibrazioni dell'aria nella voce, onde elettromagnetiche o segnali elettrici, e che può essere memorizzata fisicamente attraverso opportuni processi fisici. L'informazione, come fenomeno fisico, è ricevuta dai nostri sensi, trasformata in segnali cerebrali che la nostra coscienza, se riesce a interpretarli, li trasforma in conoscenza. Questo analogamente a quanto avviene con la sensazione del verde citata prima. Al contrario le conoscenze della nostra coscienza possono essere trasformate, attraverso i nostri mezzi sensoriali, fisicamente in informazione, e raggiungere i sensi, e quindi il cervello di un'altra persona che la trasforma in conoscenze nella sua coscienza. In altre parole fuori dalla coscienza esistono solo segnali fisici sensoriali e informazione fisica trasmissibile ed eventualmente fisicamente memorizzabile, mentre la conoscenza appartiene esclusivamente alla realtà della nostra coscienza. Queste idee su informazione, conoscenza e coscienza hanno implicazioni nella descrizione della creatività e dell'IA che sono spiegate qui di seguito.

Prima di parlare di creatività e intelligenza artificiale è utile spiegare come avviene la generazione umana di idee innovanti. Normalmente questa generazione avviene individualmente da parte dell'inventore, ma può avvenire anche attraverso delle relazioni generative, cioè avvenire individualmente, ma come risultato di una discussione con altri attori che concordano su questa idea innovante. Questo è il caso ad esempio di ricercatori che discutono di una possibile proposta di progetto e che si accordano su un'idea da proporre. Per approfondire come avviene questa generazione di idee innovanti possiamo descrivere come ciò è avvenuto in invenzioni importanti, come l'invenzione della Moka Express di Alfonso Bialetti, l'invenzione del PC della Apple e quella della fotocopiatrice.

La caffettiera Moka Express fu inventata da Alfonso Bialetti che aveva un'officina meccanica a Omegna già dal 1918. L'idea gli venne osservando casualmente un recipiente per il lavaggio dei panni costituito da una parte bassa dove veniva fatta bollire l'acqua. Questa raggiungeva la parte alta attraverso un tubo forato che irrorava i panni con il detersivo. L'idea fu di sostituire i panni con la polvere di caffè per preparare la bevanda, immaginando una caffettiera prodotta per pressofusione di alluminio che fu brevettata nel 1934. Questa caffettiera ebbe un grande successo nel dopoguerra per l'azione di suo figlio Renato.

Il PC della Apple fu inventato da Steve Wozniak combinando due idee di differente origine. Infatti egli aveva conosciuto il funzionamento del microprocessore in una riunione di hobbisti di elettronica, e l'aveva associato al suo lavoro alla HP di realizzare la connessione di monitor con un minicomputer centralizzato. L'idea fu di creare un circuito elettronico in grado di connettere il microprocessore con una tastiera e il televisore domestico, sfruttando le capacità di calcolo e scrittura del microprocessore, inventando così il PC nel 1975.

La fotocopiatrice fu inventata da Chester Carlson, un fisico che lavorava in un ufficio brevetti di New York. La sua idea era di sfruttare il fenomeno della formazione di cariche elettriche per effetto della luce su certi materiali come il selenio. In questo modo, illuminando una pagina scritta si poteva trasmettere la sua immagine in forma elettrostatica su una matrice sensibile. Per poter riprodurre questa immagine pensò di utilizzare polvere fine di carbone, attratta dall'immagine elettrostatica, come inchiostro per ristampare la pagina scritta. Questa invenzione fu brevettata nel 1937 e sviluppata nel dopoguerra nel centro di ricerca del Battelle Memorial Institute di Columbus, e industrializzata da un'azienda che prenderà il nome di Xerox.

Potremmo ancora citare l'origine di altre invenzioni come la più sorprendente quella dell'alfabeto di Samuel Morse. L'idea gli venne in un viaggio in nave picchettando casualmente sul parapetto della nave, e pensando di poter usare analogamente impulsi elettrici corti o lunghi per creare un alfabeto e trasmettere delle parole. Appare chiaro da questi esempi che il processo di creatività umana all'origine di idee innovanti può essere casuale e legato ad elementi di conoscenza di varia origine e non necessariamente solo di natura scientifica o tecnologica. Considerando ora la creatività umana come si manifesta nelle varie fasi del processo di R&S che porta un'idea innovante a una nuova tecnologia, essa prima di tutto si manifesta nella combinazione di elementi di conoscenza generati dall'attività di R&S, e anche di elementi esterni non necessariamente tutti di origine scientifica e tecnica, come abbiamo visto negli esempi precedenti. In seguito la creatività si manifesta poi anche attraverso relazioni generative durante discussioni tra le parti su una proposta di finanziamento di un progetto di R&S, che migliora la proposta e la rende finanziabile, e infine la creatività si manifesta anche nel lavoro di R&S del progetto nel fornire idee utili per lo sviluppo della nuova tecnologia.

Prima di poter paragonare la creatività umana a quella dell'IA è utile capire la natura fisica dell'IA. Fisicamente essa si presenta come una macchina, e come i computer comprende un hardware, che

riguarda la tecnica della macchina, e un software, che fornisce le istruzioni di funzionamento all'hardware per ottenere i risultati attesi. Il software è residente o trasmesso alla macchina e, come l'hardware, ha comunque nella macchina una natura fisica. Il funzionamento della macchina IA si basa su un input di segnali fisici che sono elaborati da vari processi fisici nella macchina, e che risultano in un output, costituito da effetti fisici, interpretabili come una conoscenza nella coscienza dell'umano che li percepisce. Nella macchina IA avvengono molti processi fisici, ma il processo essenziale è quello che permette di realizzare due stati ben separati corrispondenti a quelli di 1 o 0 utilizzati negli algoritmi che sono alla base del software. Questi due stati sono realizzati fisicamente dalla macchina con l'esistenza o no di una differenza di potenziale elettrico, generalmente di pochi volt rispetto alla terra, e questo in moltissimi microscopici punti strutturati nella macchina. L'esistenza o no di questa differenza di potenziale corrisponde agli stati 1 o 0 dell'algoritmo. Possiamo concludere che in verità, da un punto di vista fisico, l'intelligenza artificiale nella macchina non esiste, ma che l'intelligenza è nella coscienza delle persone che hanno sviluppato gli algoritmi e progettato l'hardware della macchina. L'intelligenza artificiale è quindi solo un'intelligenza virtuale che noi attribuiamo alla macchina. L'assenza fisica di intelligenza nella macchina risponde alla questione se una macchina può essere inventrice di una innovazione brevettabile, cosa non concepibile per un qualcosa che è solo un insieme di processi fisici, e i reali inventori sono invece le persone che hanno introdotto l'input adatto nella macchina che ha generato, attraverso il software e l'hardware presente, l'invenzione brevettabile. Concludendo occorre segnalare che esiste in sviluppo un altro sistema fisico di realizzazione dei due stati 1 o 0 nel computer, e quindi anche nelle macchine IA. Questo nel cosiddetto computer quantistico. Mentre nel sistema normale vi è la netta separazione fisica tra gli stati 1 e 0, e ogni stato costituisce il bit della macchina. Nel computer quantistico si sfrutta il fenomeno quantistico della sovrapposizione, che abbiamo spiegato precedentemente, in cui in un punto della macchina è possibile avere ambedue gli stati fisici quantistici corrispondenti a 1 e 0, e che costituiscono il cosiddetto qbit della macchina. Questa possibilità può essere sfruttata con opportuni algoritmi per aumentare enormemente le capacità di calcolo della macchina.

Dopo tutto quello che è stato presentato precedentemente, è possibile comparare le possibilità dell'IA nella creatività per l'innovazione tecnologica rispetto alla creatività umana. Premesso che l'IA ha un'enorme potenzialità nel migliorare l'efficienza delle tecnologie introducendola nel sistema del loro funzionamento, essa ha dei limiti potenziali nella creatività di un'innovazione poiché ha accesso essenzialmente solo a informazioni di natura scientifica o tecnica mentre, come abbiamo visto, non ha accesso a quell'insieme di esperienze umane le più varie e anche casuali che sono alla base di molte invenzioni radicali. Questo limita la creatività artificiale a invenzioni principalmente incrementali, ma non a invenzioni che incidono fortemente sull'evoluzione tecnologica. Un altro limite alla creatività dell'IA si può dedurre da osservazioni fatte da Georges Basalla nel suo libro sull'evoluzione tecnologica. Queste riguardavano l'invenzione di Guglielmo Marconi che ha dimostrato la possibile trasmissione delle onde elettromagnetiche oltre l'orizzonte, aprendo la sua invenzione a grandi applicazioni come la trasmissione di segnali da lontane navi nell'oceano. Questa possibilità era considerata impossibile dagli scienziati dell'epoca. Marconi tuttavia tentò con successo l'esperienza ragionando come inventore, e non come fisico, decidendo di condurre comunque gli esperimenti. In realtà il suo successo era dovuto all'esistenza di uno strato ionizzato nell'alta atmosfera che rifletteva le onde radio. L'esistenza di questo strato non era immaginabile dagli scienziati dell'epoca, dimostrando che i risultati della scienza non sono necessariamente definitivi. Quindi una ipotetica macchina IA non avrebbe potuto, basandosi sulle informazioni scientifiche dell'epoca, immaginare gli esperimenti di Marconi e aumentare grandemente le applicazioni della sua invenzione.

Concludendo, è interessante discutere anche dei limiti e dei pericoli che esistono nell'uso dell'IA, in particolare nelle applicazioni per l'innovazione tecnologica. I suoi limiti di creatività si possono

manifestare nello sviluppo di innovazioni e soluzione di problemi che non si sono mai manifestati in precedenza, e le cui le innovazioni suggerite potrebbero essere inutili, e le soluzioni essere errate. Questo porta alla necessità di supervisionare sempre i suoi risultati. In effetti l'IA non ha, a differenza degli uomini, una capacità di autocritica, e soprattutto l'IA non ha la capacità di considerare il suo risultato nel quadro della complessa realtà in cui è utilizzato come è possibile per un umano. Una realtà comprendente, non solo conoscenze di natura tecnica e scientifica, ma anche altre conoscenze di varia natura ed eventualmente acquisite casualmente dall'essere umano. Inoltre vi sono ulteriori pericoli nell'uso del computer o delle macchine IA che consistono nel trasferimento della razionalità umana alle macchine, limitando le conoscenze umane a procedure nell'uso di tastiere e schermi tattili, o anche ponendo semplicemente domande alle macchine IA, facendo così perdere il senso della realtà, sostituendola con una pericolosa realtà virtuale. Inoltre un secondo pericolo riguarda un uso sempre più esteso dell'IA nella gestione dei bisogni e delle attività umane. Questo può generare situazioni pericolose nel caso di un'improvvisa indisponibilità delle macchine, ponendo problemi di sopravvivenza agli uomini, incapaci di sostenerla semplicemente su una base biologica come gli animali. Questo è dovuto alla coevoluzione biologica e tecnologica della specie umana che ha sostituito sempre di più la selezione biologica darwiniana con la tecnologia. Ad esempio all'apparire dell'era glaciale a usare più efficacemente e rapidamente contro il freddo la pelliccia degli animali, senza attendere la selezione darwiniana basata sulla crescita o meno di peli sulla pelle.

La natura della scienza e della tecnologia

A. Bonomi, Il Cobiainchi, Verbania 2024, pp. 7-13

Istruzione classica e scientifica

A. Bonomi, Il Cobiainchi, Verbania 2022, pp. 6-12

Biologia Sintetica e Intelligenza Artificiale

A. Bonomi, Il Cobiainchi, Verbania 2018, pp. 28-32

Tecnologia e Intelligenza Artificiale

A. Bonomi, Il Cobiainchi, Verbania 2017, pp. 17-23

Introduzione

Intelligenza umana a AI

Idee di Faggin

Creatività nell'innovazione tecnologica

Natura fisica dell'AI

Creatività umana e artificiale

Potenzialità, limiti e pericoli dell'AI