

Contributi/5

Dalla cognizione alla comunicazione

Epistemologia degli algoritmi secondo la teoria dei sistemi

Alberto Giustiniano  0000-0003-0094-0150

Articolo sottoposto a doppia blind peer review. Inviato il 30/11/2021. Accettato 08/06/2022.

FROM COGNITION TO COMMUNICATION. EPISTEMOLOGY OF ALGORITHMS ACCORDING TO SYSTEMS THEORY

The present contribution aims at questioning the reasons why the level reached by the processes of digitization of information stimulates interpreters to hypothesize that a radically new way of making sense of data is inherent in this trend. The thesis we propose to investigate here, echoing Elena Esposito's recent work, is that of considering these programs not as reproducers of intelligence or thought but as tools aimed at acting adequately as partners of communication. Our analysis will proceed by providing an interpretation of the phenomenon mediated by Niklas Luhmann's systems theory. According to Esposito's analysis, the goal of algorithms would be to produce a lack of control in a controlled way, to leave open the possibility of 'informational surprise' to the user, allowing the construction of meaning in a new way. This paradoxical programming of unpredictability, if interpreted as a phenomenon about the sphere of communicative interaction described by Luhmann's theory, and not about intelligence, would help to make it more comprehensible how interaction with algorithms allows the societies that use them to process unpredictable information that cannot be ascribed to any cognitive process as a self-induced instrument of reflection. This would make it possible to anticipate the dysfunctional effects that such an increase in information complexity might produce.

1. Dalla mente alla rete

La nozione di algoritmo è ancora intrinsecamente ambigua. Tale affermazione può risultare provocatoria e fuori luogo, dal momento che questa forma computazionale rappresenta per molti aspetti la quintessenza dell'odierno sviluppo scientifico e tecnologico. Il suo successo non si misura soltanto dalle formidabili potenzialità applicative che ne hanno imposto la diffusione pressoché in tutti gli ambiti dell'agire umano organizzato, ma anche per i profondi interrogativi che la scienza del calcolo ha inaugurato in ambito matematico ed epistemologico. Tuttavia, una definizione di algoritmo che metta

d'accordo gli specialisti non è ancora disponibile, sebbene ne siano state fornite diverse, tutte plausibili¹. In linea generale e ai fini del nostro discorso – che non mira a far luce sul complesso dibattito tra matematici in corso – possiamo indicare col termine algoritmo: una serie finita di istruzioni astratte finalizzate all'adempimento di un determinato scopo entro determinate disposizioni; tali istruzioni saranno concepite come una serie di step univoci, non interpretabili, capaci di controllare il passaggio da uno stato all'altro fino al raggiungimento del risultato atteso in un tempo finito. Un algoritmo dunque per essere tale deve essere efficace, ovvero deve poter fornire una risposta a colui che lo esegue². Questa definizione a prima vista non sembra tenere fede alle aspettative rivoluzionarie che l'accompagnano. Com'è noto, a questa descrizione si possono ricondurre intuitivamente molte delle operazioni ricorsive che normalmente si imparano alla scuola elementare, come le moltiplicazioni e le divisioni in colonna, oppure una serie di calcoli noti già nell'antichità per la risoluzione di svariati problemi di redistribuzione e misurazione. Le potenzialità della definizione divengono però più evidenti se prestiamo attenzione a ciò che accade tra la fine dell'Ottocento e gli anni '30 del Novecento, quando dalla teoria degli insiemi infiniti proposta da Cantor, e la conseguente dimostrazione della non corrispondenza biunivoca tra numeri interi e numeri reali, si sviluppa un intenso dibattito. Grazie ad esso sarà possibile dedurre la distinzione tra un insieme di funzioni calcolabili, poiché descrivibili per mezzo di sequenze finite di caratteri numerabili, e un insieme più ampio di funzioni non calcolabili, ovvero che stabiliscono una corrispondenza tra due sequenze infinite di valori e dunque non numerabili. Tale questione, sulla quale non indugiamo oltre³, stimolerà la nascita della Teoria degli Algoritmi alla luce della nascente esigenza di individuare quali funzioni siano calcolabili e quali no. Un problema non da poco, considerando che se per il primo caso è sufficiente trovare una soluzione tra quelle possibili, per il secondo è necessaria una definizione formale di *computabilità* per dimostrare poi che quella specifica funzione non può essere inclusa nella classe di funzioni individuate dalla definizione. Le conclusioni cui giunsero Alan Turing e Alonso Church nel 1936 designano questa definizione formale in due versioni equivalenti: la *Macchina di Turing* e il *λ -calcolo*. Attraverso le loro analisi si è giunti così a estendere la classe delle funzioni calcolabili non solo a quelle matematiche ma a ogni problema esprimibile attraverso un linguaggio formale qualsiasi⁴. In linea di principio,

¹ M. Vardi, *What is an Algorithm?*, «Communications of the ACM», vol. 55, 3, New York 2012, p. 5.

² Questa definizione di algoritmo è una libera rielaborazione di quella fornita da R. K. Hill nel suo *What an Algorithm Is*, «Philosophy & Technology». 29, Berlin-New York 2016, pp. 35–59. L'articolo è utile anche per inquadrare l'attuale dibattito sulla definizione di algoritmo che qui lasciamo sullo sfondo.

³ Per un'analisi storica più approfondita si rimanda M. Frizione, D. Palladino, *Funzioni, macchine, algoritmi. Introduzione alla teoria della computabilità*, Roma 2009, capitoli 6 e 7.

⁴ Cfr. A. M. Turing, *On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem*, in J. B. Copeland (ed.), *The Essential Turing: Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life plus The Secrets of Enigma*, Oxford 2004, pp. 58-90; A.

qualunque problema riducibile a sequenze di caratteri in un alfabeto arbitrario poteva ora essere calcolato, cioè risolto. L'unico ostacolo che si poteva ancora frapporre tra l'utente e la risposta cercata era rappresentato dalla limitatezza delle risorse, in termini spazio e tempo, necessarie per risolvere effettivamente il calcolo⁵. Da qui l'odierna necessità di elaborare una Teoria degli Algoritmi sempre più raffinata e in grado di ridurre al massimo l'impegno dei calcolatori, poiché se lo sviluppo delle macchine segue l'andamento lineare della Legge di Moore l'incremento della complessità di calcolo, data dal rapporto tra aumento dei dati e operazioni necessarie per la sua risoluzione, procede in modo esponenziale⁶.

Da questi brevissimi cenni storici si può allora comprendere come l'attenzione rivolta allo studio sistematico degli algoritmi nel dibattito matematico successivo alla crisi dei fondamenti sia stata amplificata dall'ottenimento di un rapido successo coinciso con la nascita dell'informatica. Nella sua prima fase⁷ questo sodalizio è stato in grado con le sue promesse di imporre un pervasivo immaginario secondo il quale la scienza della computazione e la sua possibile implementazione bio-tecno-ingegneristica avrebbero dischiuso i segreti di quella particolare performance tipica della coscienza chiamata *intelligenza*. La nozione di algoritmo ha così iniziato a caricarsi di molteplici significati che sembravano trascendere il suo iniziale interesse nel contesto specialistico dei matematici, divenendo incrocio di desideri e aspettative sovrapponibili a quelle che anticamente, e con alterne fortune, erano state rivolte agli automi⁸. L'algoritmo sarebbe stato la chiave di volta non soltanto per la riproduzione del ragionamento, ma anche per il suo potenziamento indefinito grazie alla messa a punto di macchine fisiche in grado di svolgere le operazioni necessarie a un livello di velocità e complessità di gran lunga superiore a quello gestibile dalle possibilità umane. In effetti era questa la visione dei promotori del *Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, il convegno svoltosi nel 1956 che segnò un punto di svolta decisivo nella storia della tecnologia e

Church, *An Unsolvable Problem of Elementary Number Theory*, in «American Journal of Mathematics», 58, 1936, pp. 345-363.

⁵ Fino a giungere ai problemi concernenti le classi P (polinomiale) e NP (nondeterministico-polinomiale) nell'ambito della teoria della complessità computazionale, negli ultimi anni oggetto di un fervente dibattito. Per una trattazione sintetica e introduttiva, cfr. P. Ferragina, F. Luccio, *Il pensiero computazionale. Dagli algoritmi al coding*, Bologna 2017, pp. 131-153, sulle conseguenze di questo dibattito per la filosofia S. Aaronson, *Why Philosophers Should Care About Computational Complexity*, in J. Copeland, C. Posy, & O. Shagrir (eds.), *Computability: Turing, Gödel, Church, and Beyond*, Cambridge Massachusetts 2013, pp. 261-328.

⁶ Una disamina del problema ricca di esempi concreti che mostrano lo stretto legame tra sviluppo hardware e affinamento dell'efficienza degli algoritmi in fase di programmazione si trova in P. Ferragina, F. Luccio, *Il pensiero computazionale. Dagli algoritmi al coding*, cit., cap. 4, in particolare pp. 64-67.

⁷ Per esigenze di sintesi dobbiamo tralasciare gli articolati sviluppi e i numerosi alti e bassi che caratterizzano la storia dell'Intelligenza Artificiale. Per una disamina completa cfr. N. J. Nilsson, *The Quest for Artificial Intelligence. A History of Ideas and Achievements*, Cambridge 2010.

⁸ Per una storia di queste aspettative e delle conseguenti delusioni si rimanda a M. G. Losano, *Storie di automi. Dalla Grecia classica alla Belle Époque*, Torino 1991.

dell'implementazione delle scienze del calcolo⁹. Soltanto dopo il successo di questa iniziativa l'intero programma di ricerca sulla simulazione computazionale assumerà il suggestivo nome di Intelligenza Artificiale, generando una profonda scissione nella comunità dei ricercatori¹⁰. La proposta dei principali promotori dell'iniziativa, John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon, consisteva al contempo nella riduzione e radicalizzazione della pluralità di approcci in quel momento oggetto di sperimentazione in direzione di un'impostazione marcatamente mentalista, ovvero interessata primariamente allo studio della computazione simbolica, del contenuto semantico, del linguaggio e per questa via alla riproduzione, per analogia o simulazione, dei processi del ragionamento specificatamente umano¹¹. Anche se all'epoca il termine algoritmo non aveva assunto ancora il potenziale evocativo che oggi lo caratterizza, è la svolta di Dartmouth ad aver prodotto gran parte dell'immaginario che ancora lo accompagna. Tornando alla definizione iniziale, l'idea era quella di immaginare una procedura algoritmica autonomamente in grado di garantire sia la precisione dell'andamento inferenziale della logica sia la flessibilità necessaria al suo (auto) controllo attraverso il riferimento a un contesto garante dell'adeguatezza della risposta prodotta.

Tuttavia, indugiare ancora su questi riferimenti risulta fuorviante sul piano interpretativo poiché le tecnologie diffuse nella miriade di oggetti e servizi online di cui facciamo uso quotidianamente non sono più progettate a partire dai presupposti e dagli obiettivi di quel programma di ricerca. Sistemi di *machine learning*, *deep learning*, strumenti di analisi che si servono dei famigerati *Big Data* e macchine predittive fanno riferimento a modelli teorici differenti, spesso associati tra loro in architetture ibride, che riprendono una serie di intuizioni sviluppate nel contesto della cibernetica tra gli anni '40 e gli anni '50 del Novecento (reti neurali, modelli del comportamento motorio adattativo, *pattern recognition*, ecc.), messe da parte tra gli anni '60 e '70 e riscoperte a partire dagli anni '80, quando il programma del 1956 aveva mostrato tutti i suoi limiti e gli entusiasmi iniziavano a spegnersi¹². In questa seconda fase, che dagli anni '80 arriva fino a oggi, il rapporto tra matematica e informatica, dopo alcune battute d'arresto, ha dato luogo a un repentino sviluppo derivante da una maggiore consapevolezza dei problemi connessi alla complessità di calcolo, dunque ai limiti intrinseci della computazione prima che dalle sue potenzialità. Questa trasformazione è stata possibile dall'insorgere al contempo di limiti nella realizzazione di prestazioni raffinate facendo semplicemente appello all'aumento della potenza dei calcolatori e dalla conseguente apertura alle possibilità

⁹ N. J. Nilsson, *The Quest for Artificial Intelligence. A History of Ideas and Achievements*, cit., pp. 73-85.

¹⁰ M. A. Boden, *L'Intelligenza Artificiale*, Bologna 2019, pp. 21-24.

¹¹ J. McCarthy et al., *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, 1955, <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html> (consultato il 05/11/21).

¹² Una panoramica aggiornata della molteplicità di approcci oggi utilizzati nel campo dell'Intelligenza Artificiale è presente nel già citato M. A. Boden, *L'Intelligenza Artificiale*, cit.

derivanti dalla connessione dei calcolatori in rete, dall'elaborazione in parallelo e dal vertiginoso aumento dei dati disponibili grazie all'uso del web 2.0. A differenza delle ricerche dei decenni precedenti, si prende coscienza del fatto che quando si tratta di problemi tipici della vita reale, dunque non circoscritti e formulati in condizioni controllate, il contesto non solo entra in gioco influenzando sull'adeguatezza della risposta ma lo fa mutando in continuazione. Si tratta allora di costruire una procedura algoritmica in grado di sfuggire al suo ferreo determinismo incorporando contingenza per poter funzionare correttamente. Non tenere conto di questi sviluppi generali della disciplina rischia di minare la comprensione della natura dei suoi prodotti tecnologici.

L'equivoco ancora diffuso tra gli interpreti consiste nel continuare a proiettare sulle odierne tecnologie digitali l'immagine di una mente artificiale intelligente – per di più in assenza di una definizione di mente e di intelligenza univoche – e sul piano dell'interazione rappresentarla come una sorta di Alter Ego animato da uno spirito algoritmico in grado di riprodurre un surrogato della coscienza, via via perfettibile fino all'avvento della cosiddetta singolarità¹³. Questa immagine non tiene conto del decisivo passaggio da un'architettura centralizzata al modello della rete con la conseguente disseminazione dei centri di elaborazione e controllo che rende decisamente più astratta l'analogia con la mente. Inoltre non tiene in debita considerazione il ruolo decisivo giocato dall'interazione macchina-utente per il corretto funzionamento della macchina stessa. Questo non soltanto nel senso elementare per cui solo grazie a un input dell'utente sarà possibile per la macchina svolgere il suo compito generando un output, ma nel senso ben più profondo secondo cui la forma dell'interazione con l'utente diviene essa stessa un dato attraverso il quale la macchina modifica la sua struttura interna generando un output personalizzato. Il riverbero negativo dell'utilizzo, spesso implicito, dello schema interpretativo che associa intelligenza-mente-coscienza si mostra in particolar modo sul piano della critica quando si tratta di analizzare gli effetti che queste tecnologie producono a livello sociale, politico e individuale. Il discorso a causa del suo deficit teorico si mette in condizione di non riuscire a cogliere il funzionamento effettivo del fenomeno e facendo appello a temi così controversi dà non poter essere maneggiati sul piano operativo si organizza inevitabilmente sul piano dei valori dando origine a polarizzazioni ideologiche. Per esempio nello scontro tra tecnofobi e tecnofili¹⁴.

2. Comunicazione e contingenza

Una possibile alternativa interpretativa più coerente con gli attuali sviluppi tecnologici può essere fornita dall'impianto concettuale della teoria dei sistemi di Niklas Luhmann, in particolare facendo riferimento al recente lavoro di Elena Esposito. L'autrice propone di spostare i termini della questione, considerando gli

¹³ Qui il riferimento critico è naturalmente R. Kurzweil, *La singolarità è vicina*, Milano 2008.

¹⁴ Cfr. T. Numerico, *Big Data e algoritmi. Prospettive critiche*, Roma 2021.

algoritmi essenzialmente come strumenti progettati per agire adeguatamente come partner della comunicazione e non in vista della riproduzione di processi mentali tipicamente umani come la coscienza e il pensiero: «What makes algorithms socially relevant and useful is their ability to act as partners in communication that produces and circulates information, *independently of intelligence*»¹⁵. Del resto la riproduzione della coscienza, sottolinea Esposito, non è problematica solo per ragioni tecniche ma pone di fronte a un serio limite epistemologico: quello di dover pianificare e realizzare qualcosa che non può essere conosciuto. Il tratto caratteristico della coscienza, almeno nella sua definizione moderna di 'sistema psichico', consiste infatti sostanzialmente nella sua intrasparenza. È dotato di coscienza chi possiede una prospettiva unica, originale e insostituibile sul mondo, frutto della sua storia, che lo rende agli occhi di un osservatore esterno (e in parte anche di sé stesso) pressoché imprevedibile, ovvero capace in ogni momento di comportarsi in modo potenzialmente diverso da quanto fatto finora. A ciò bisogna poi aggiungere l'ulteriore difficoltà data dal fatto che anche qualora si riuscisse a realizzare un artefatto dotato di coscienza, non è affatto garantito che si verifichino le condizioni sufficienti al suo riconoscimento da parte del creatore¹⁶. Di converso l'esperienza della coscienza come *black box* è invero alquanto banale, sia che si tratti della propria che di quella altrui. Nessuno ha la possibilità di accedere direttamente ai pensieri degli altri, ognuno ne è consapevole e a partire da questi due presupposti si producono forme di coordinamento altamente mediate attraverso la *comunicazione* che sono in grado di generare senso¹⁷. Secondo Esposito è al livello di questa forma di mediazione generatrice di senso che intervengono gli algoritmi con la loro responsività, e proprio per questo risultano così efficienti da sembrare intelligenti come le menti.

Questa interpretazione trova conferma nelle modalità di funzionamento degli algoritmi di *machine learning* e *deep learning*, ormai perfezionati e diffusi ovunque tra le tecnologie di uso quotidiano grazie all'enorme crescita del Web. La loro capacità di fornire risposte adeguate a situazioni sconosciute o note solo in parte non sarebbe possibile senza il riferimento a quell'enorme mole di dati non strutturati, i *Big Data*, prodotti dagli utenti che operando nella rete lasciano tracce. Queste procedure computazionali, anche quando sono rese più complesse dall'impiego di diverse tipologie di algoritmi in parallelo o a supporto, non trattano i dati cui attingono come farebbe una mente umana¹⁸. Al contrario la loro efficienza è garantita proprio dall'abbandono della strategia

¹⁵ E. Esposito, *Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms*, «Zeitschrift für Soziologie», 46(4), Oldenbourg 2017, p. 253 (corsivo nostro).

¹⁶ E. Esposito, *Digital Prophecies and Web Intelligence*, in M. Hildebrandt & K. de Vries (eds.), *Privacy, Due Process and the Computational Turn. The Philosophy of Law Meets the Philosophy of Technology*, New York 2013, pp. 121-122.

¹⁷ Cfr. N. Luhmann, *La chiusura operativa dei sistemi psichici e sociali*, in N. Luhmann, *Che cos'è la comunicazione?*, a cura di A. Cevolini, Milano-Udine 2018, pp. 33-46.

¹⁸ E. Esposito, *Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms*, cit., p. 252-253.

imitativa dell'uomo che prevede coscienza di sé e dell'oggetto, intenzionalità e soprattutto comprensione del senso dei dati. Tutte prestazioni queste che incappano nei problemi di autoriferimento appena evidenziati. Sgravati dunque dall'onere della comprensione questi programmi operano invece sui dati come fossero oggetti mettendoli in relazione, estrapolandone caratteristiche, tendenze, pattern ecc. In questo modo sono in grado di superare una serie di problemi tipici del trattamento dell'informazione finora conosciuto, su tutti le problematiche relative all'eccesso di dati¹⁹. Diversamente da quanto avveniva in passato, ora più grande è la quantità di dati disponibile e maggiore sarà l'efficienza della procedura, più alto sarà il livello di destrutturazione e vaghezza di questa massa e maggiori saranno le informazioni che da essa il sistema sarà grado di estrapolare (*data mining*) rendendosi al contempo più flessibile per compiti futuri²⁰. Inoltre, data la natura di questi algoritmi, è spesso impossibile avere il pieno controllo delle procedure di discriminazione messe in atto a causa del volume dei dati e della velocità delle computazioni svolte su più livelli e in parallelo²¹. Del resto se una ricostruzione *a priori* fosse possibile non avremmo bisogno del tipo di prestazione che richiediamo a questi algoritmi. A tal proposito si possono ricordare i recenti sviluppi nel campo dei traduttori automatici o dell'*Internet of Things* che hanno spostato radicalmente il focus della questione rispetto a come impostata dal problema della 'stanza cinese' di Searle. L'aspetto fondamentale consiste dunque nel fatto che «these structures produce meanings, but do not depend on the intention or on the consciousness of anyone (they have not been thought by anyone); they result *a posteriori* from the very functioning of the net»²².

Si tratta a questo punto di stabilire come sia possibile la produzione di senso attraverso questo nuovo modo di elaborare i dati, che non prevede la comprensione e che tuttavia è in grado di rifornire la società di significati sempre nuovi e imprevedibili. Esposito ipotizza che a generarsi sia un nuovo tipo di interazione comunicativa mediata da algoritmi che definisce *Artificial Communication*²³. Si tratterebbe di una mediazione poiché i dati sui quali la procedura di computazione opera sono in ultima istanza ancora il prodotto dell'attività degli utenti che alimentano il sistema, tuttavia questi algoritmi per le loro modalità di funzionamento sembrano essere in grado di mettere in atto dinamiche tipiche della comunicazione tra esseri umani. Quando interagiamo

¹⁹ Ivi, p. 251.

²⁰ Per una descrizione accessibile del funzionamento di una famiglia di algoritmi molto importanti per la trattazione dei *Big Data*, quelli utili alle procedure di ordinamento, cfr. P. Ferragina, F. Luccio, *Il pensiero computazionale. Dagli algoritmi al coding*, cit., cap. 5, in particolare pp. 94 e ss, dove si arriva mostrare il funzionamento del complesso algoritmo MERGE_SORT A PIÙ VIE a partire da problemi di ordinamento più semplici.

²¹ J. Burrell, *How the Machine 'Thinks': Understanding Opacity in Machine Learning Algorithms*, «Big Data & Society» January–June 2016, pp. 1-12, in particolare pp. 4-5.

²² E. Esposito, *Digital Prophecies and Web Intelligence*, cit., p. 123.

²³ E. Esposito, *Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms*, cit., p. 253 e ss.

con queste tecnologie, sostiene l'autrice, siamo sorpresi dalle risposte che riceviamo, ne traiamo informazioni che sono utili solo per noi e che non esistevano prima della formulazione della nostra specifica richiesta. Siamo certi di fare qualcosa di più complesso rispetto al mero attingimento di materiali da un archivio, ma al contempo sappiamo che la fonte della nostra informazione elabora senza pensare e non può comprendere la comunicazione nella quale sembra coinvolta. La situazione, nota Esposito, è paragonabile a quel che accade tra esseri umani quando si verifica un'errata attribuzione dell'intenzione di comunicare che nonostante ciò dà avvio ugualmente a uno scambio che produce informazione²⁴. Per esempio, un movimento della mano viene erroneamente inteso come un fuggevole saluto e ciò produce un senso di sollievo suggerendo una riappacificazione dopo un litigio passato, ingenerando così una serie di conseguenze nuove e imprevedibili. Questi casi di comunicazione unilaterale, in cui il partner comunica senza saperlo, sono rari tra le persone e devono rimanere isolati altrimenti insorgerebbero gravi problemi di coordinamento. Tuttavia con la diffusione della comunicazione tramite algoritmi non si tratterebbe più di eventi eccezionali ma di modalità consuete di acquisire informazioni, con conseguenze ancora tutte da valutare. Quando comunichiamo con un assistente vocale o con una *chatbot* stiamo ottenendo informazioni nuove e differenti sia da quelle inserite dai programmatori nei database, o nelle fonti ai quali tali sistemi attingono, sia da quelle di altri utenti che muovono richieste simili ma a partire da una storia unica e insostituibile di interazioni con la macchina.

Fornire una spiegazione che renda conto della diffusione di questo tipo di coordinamento così improbabile e insieme così efficace necessita, secondo Esposito, di una teoria della comunicazione più precisa sul piano operativo. La sua concezione comune basata sulla condivisione di contenuti psicologici e risorse interpretative, per mezzo delle quali sarebbe possibile il trasferimento di pensieri tra un mittente e un ricevente, risulta eccessivamente vaga per il suo riferimento alle coscienze coinvolte e per l'implicito presupposto, non spiegato, secondo cui i pensieri dell'interlocutore sarebbero in qualche modo percepiti come tali. Diversamente i casi esaminati mostrano un'interazione descrivibile come comunicativa ma nella quale la risposta che riceve l'utente manca sia di un possibile trasferimento di pensieri che della condivisione di risorse interpretative comuni tra lui e la macchina. L'autrice suggerisce in alternativa di inquadrare la questione facendo ricorso alla teoria dei sistemi di Luhmann²⁵. In questo quadro teorico il vantaggio è rappresentato dall'abbandono della metafora del trasferimento in favore di una descrizione che vede la comunicazione come una realtà emergente. Essa si genera solo quando si realizzano contestualmente per un osservatore tre tipi di selezione: l'informazione, l'atto del comunicare [*Mitteilung*] e la comprensione della differenza tra le prime due²⁶. L'inizio della comunicazione non è dunque identificabile con il semplice verificarsi dell'atto di

²⁴ Ivi, p. 256.

²⁵ Ivi, pp. 254-255.

²⁶ N. Luhmann, *Che cos'è la comunicazione?*, cit., pp. 21-22.

emissione. Che qualcuno scriva qualcosa, pronunci una frase o compia un gesto di saluto completamente solo non basta affinché si possa sostenere che ci sia stata comunicazione. Essa può prendere avvio soltanto se questi atti – scrivere su un foglio, emettere suoni, muoversi in un certo modo – sono compresi come atti finalizzati alla comunicazione. Il punto di partenza è dunque la comprensione, in un certo senso si parte dalla fine. Tuttavia tale comprensione avviene indipendentemente da quello che l'interlocutore aveva in mente nell'atto della sua emissione – e non potrebbe essere altrimenti considerando che nessuno può accedere direttamente ai pensieri altrui. Secondo questa impostazione intendere o fraintendere i pensieri dell'interlocutore è ininfluenza ai fini dell'avvento e del proseguimento della comunicazione, quel che conta perché essa si generi è che qualcuno colga la differenza tra il valore del contenuto informativo e le ragioni per le quali esso è stato emesso: «communication exists not when somebody says something, but when somebody realizes that someone else said something»²⁷. Tutto ciò significa attribuire all'interlocutore la capacità di compiere una selezione, ovvero di decidere se dare avvio a una comunicazione, come e in quale occasione. Per questo comunicare è sempre un'esperienza profondamente diversa dal semplice percepire. Nella percezione non viene attribuita alcuna capacità selettiva all'oggetto osservato, che è assunto solo come contenuto di coscienza dall'osservatore. Ciò che è percepito tuttavia può sempre rientrare nel circolo della comunicazione ma solo a condizione di divenire l'oggetto di un atto di emissione che dovrà essere comprensibile per qualcuno²⁸. Nella concezione luhmanniana quindi la coscienza e la comunicazione sono strettamente dipendenti ma al contempo radicalmente autonome sul piano operativo. La coscienza è condizione necessaria affinché siano possibili pensieri oggetto di atti di comunicazione, per prestare attenzione a quel che viene detto o scritto e per comprenderlo, ma tale comprensione resta sempre indipendente dai pensieri dell'emittente. Ognuno comprende, ovvero distingue, l'atto della comunicazione e l'informazione in maniera autonoma a partire dai propri riferimenti, interessi e conoscenze pregresse, senza poter attingere direttamente ai pensieri altrui. È infatti sempre possibile che quanto venga comunicato sia inteso in maniera totalmente differente dalle intenzioni iniziali o che si generino delle informazioni completamente nuove che non erano presenti nelle coscienze di alcun partecipante prima della comunicazione. Ecco perché anche l'informazione nella teoria di Luhmann è una selezione, ovvero una differenza specifica che viene prodotta nella comunicazione stessa, e non un contenuto trasmissibile e immagazzinabile²⁹. La comunicazione è in definitiva una forma di coordinamento che si genera a partire dalla contingenza e imprevedibilità delle selezioni di un Ego e di un Alter che agiscono reciprocamente sapendo che

²⁷ E. Esposito, *Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms*, cit., p. 254.

²⁸ N. Luhmann, *Che cos'è la comunicazione?*, cit., p. 22.

²⁹ N. Luhmann, *Sistemi sociali. Fondamenti di una teoria generale*, a cura di A. Febbrajo, Bologna 1990, pp 155-157.

ognuno di loro sceglierà cosa fare solo sulla base di quello che farà l'altro, a causa della rispettiva inaccessibilità. Tale condizione viene definita *doppia contingenza* e secondo la teoria dei sistemi sociali è caratteristica di ogni interazione comunicativa³⁰.

3. Comunicazione Artificiale

Procedendo da questa definizione Esposito può fornire una descrizione originale dell'interazione utente-algoritmo, domandandosi che cosa accada alla doppia contingenza in questi casi. Sebbene ciò implichi una significativa reinterpretazione del test di Turing in chiave marcatamente funzionalista, l'utilizzo della nozione luhmanniana di comunicazione sposta l'attenzione sugli effetti dell'atto di emissione rispetto alla natura di colui che lo ha emesso. «What matters is whether the interaction with the machine has the features of communication with a contingent autonomous partner»³¹, ovvero se nell'interazione si verifica la sintesi tra i tre tipi di selezione: informazione, atto del comunicare e comprensione. La sola comprensione dell'informazione non è sufficiente, l'utente deve essere anche nella condizione di attribuire alla macchina l'intenzione di voler comunicare quell'informazione, non altro, in quella specifica occasione. In particolare ciò che va accertato è «whether in the interaction with algorithms a condition of double contingency arises in which each partner is oriented towards the indeterminacy of his or her counterparty and specific information is produced»³².

Se prestiamo attenzione a questa considerazione e la confrontiamo con quanto accaduto nello sviluppo dell'intelligenza artificiale a seguito della svolta degli anni '80, descritta nel primo paragrafo, riscontriamo una certa somiglianza di struttura tra la situazione di doppia contingenza e la progressiva complicazione del rapporto tra programma e contesto sul piano della progettazione. In entrambi i casi ci confrontiamo con problemi di controllo della contingenza tuttavia l'analogia si ferma qui in quanto le due situazioni risultano radicalmente differenti. Nel caso della doppia contingenza siamo di fronte a una condizione estrema di mancanza di controllo nella quale i due interlocutori sono costretti ad assumere aspettative in merito all'azione altrui e così facendo pongono le condizioni per la strutturazione di punti di aggancio reciproco convertendo l'infinita variabilità che caratterizza il loro modo di interagire con l'ambiente in contingenza gestibile per entrambi³³. Nel caso del programma abbiamo invece una condizione di totale determinazione e controllo poiché la struttura algoritmica opera soltanto sulla base di sé stessa e della propria architettura

³⁰ E. Esposito, *Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms*, cit., p. 255. Cfr. N. Luhmann, *Sistemi sociali. Fondamenti di una teoria generale*, cit., pp. 205e ss.

³¹ E. Esposito, *Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms*, cit., pp. 255-256.

³² Ivi, p. 257.

³³ N. Luhmann, *Sistemi sociali. Fondamenti di una teoria generale*, cit., pp. 462-481.

interna. A quest'ultima è però necessario fornire variazioni dall'esterno affinché possa produrre output contingenti e utili sul piano informativo, ovvero in relazione a un mutevole contesto di utilizzo. Ci si trova dunque costretti ad affrontare il problema su due livelli che non vanno confusi: il primo è quello più generale rappresentato dalla doppia contingenza, il piano della comunicazione dal quale è possibile generare informazioni, senso e coordinamento sociale; il secondo è quello del funzionamento interno dell'algoritmo progettato al fine di fornire una responsività che sia adeguata all'interazione comunicativa, quindi al primo livello. «We must ask whether and how algorithms can become contingent and hence reflect the contingency of the users, and how this contingency is controlled in the communication process»³⁴. L'obiettivo dei programmatori in questa ultima fase di sviluppo sarebbe allora quello di produrre mancanza di controllo in modo controllato, così da lasciare aperta la possibilità di 'sorpresa informativa' nei confronti dell'utente e rendendo l'enorme capacità computazionale a disposizione funzionale alla produzione di senso³⁵.

Esposito a partire da queste premesse riconosce tre livelli di produzione di contingenza corrispondenti a tre tipologie di macchine progressivamente più complesse capaci di generare differenti effetti sul piano informativo. Il primo tipo è una sorta di grado zero rappresentato dalle macchine-oggetto tradizionali come l'orologio. In questo caso non possiamo parlare di interazione comunicativa ma soltanto di percezione poiché sebbene guardando l'orologio veniamo a conoscenza di qualcosa che non sapevamo in precedenza l'informazione che otteniamo non può essere attribuita ad alcun atto di emissione contingente. Non avrebbe senso interrogarsi sulle motivazioni che hanno spinto l'orologio a segnare l'ora poiché esso è una macchina autonoma ma determinata. Per questo non è possibile assumere l'indeterminatezza di Alter come riferimento per strutturare la nostra, come avviene nell'interazione comunicativa, poiché essa non si dà mai tranne che in un unico caso: quando il meccanismo si rompe³⁶.

Il secondo tipo di tecnologia include invece dispositivi in grado di reagire alle azioni dell'utente comportandosi in maniera variabile e adeguata, come se ne comprendessero le intenzioni. Esposito fa l'esempio dei robot giocattolo, ma si potrebbe allargare il riferimento a un'ampia classe di congegni utilizzati in vari contesti. In questi casi siamo portati a considerare il dispositivo come partner della comunicazione poiché gli algoritmi che ne guidano il funzionamento sono finalizzati alla produzione di risposte tali da essere interpretate dall'utente come intelligenti. Le informazioni prodotte sono effettivamente sorprendenti e differenti da quanto conosciuto prima dell'interazione. Inoltre, data l'imprevedibilità del comportamento che lo caratterizza, è possibile attribuire

³⁴ E. Esposito, *Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms*, cit., p. 257.

³⁵ *Ibid.*

³⁶ Ivi, pp. 256-257. Cfr. la distinzione tra macchine banali e macchine non banali in H. von Foerster, *Cibernetica ed epistemologia: storia e prospettive*, in G. Bocchi, M. Ceruti (a cura di), *Le sfide della complessità*, Milano 2007, pp. 88-116.

al dispositivo il corrispondente atto di emissione contingente (naturalmente se la gamma di reazioni è sufficientemente ampia). Tuttavia la portata di queste tecnologie è limitata poiché quel che viene realmente prodotto è una *virtualizzazione della contingenza*: «algorithms allow the machine to react to the behavior of the user, and this in turn allows the user to project onto the machine his or her own contingency and meanings»³⁷. Le informazioni che vengono acquisite non sono in realtà sconosciute, bensì aspetti già noti all'utente che il dispositivo permette di osservare da un punto di vista differente senza che si incontri davvero la prospettiva di qualcun altro ma sempre e solo la propria. «Contingency is multiplied because it can be observed from the outside. The user experiences a kind of 'virtualization' of his or her own contingency, as observed in a mirror that generates a virtual image»³⁸. Nell'interazione con questi dispositivi ci si trova come di fronte a uno specchio: l'oggetto che viene riflesso, in questo caso la contingenza dell'utilizzatore, non è un'illusione, esiste ma è ora possibile osservarlo da molteplici prospettive che la superficie riflettente è in grado di mettere a disposizione. Da questo tipo di esperienza si possono ricavare nuove informazioni inaspettate, soprattutto mettersi in condizione di osservare come si viene osservati da altri e farsi sorprendere da quel che se ne ricava. Nonostante ciò la fonte dell'immagine riflessa rimane sempre la stessa riducendo drasticamente la varietà e il livello di imprevedibilità di quanto può accadere. «The observer interacts with him, or herself, not with another observer»³⁹ e dunque non si può propriamente parlare di comunicazione poiché la situazione in cui ci si trova è soltanto un surrogato della doppia contingenza, la produzione di nuova informazione per l'elaborazione di senso risulta possibile ma solo entro certi limiti.

In ultimo, la terza tipologia trattata da Esposito comprende quelle tecnologie le cui prestazioni sono generate da algoritmi capaci di apprendere in assenza di supervisione da parte del programmatore (*deep learning*), attingendo alla massa in costante trasformazione di dati proveniente dall'utilizzo del web. In particolare, l'autrice fa qui riferimento alla famiglia di algoritmi diffusisi a seguito della nascita di Google e che adottano la stessa logica di funzionamento dell'algoritmo del motore di ricerca, noto col nome di PageRank⁴⁰. La caratteristica di questi algoritmi consiste nel mappare i comportamenti degli utenti in rete e sulla base di tali informazioni (metadati) fornire risposte adeguate alle richieste ricevute (*query*). Il web è da loro scandagliato come un vastissimo ipertesto fitto di rimandi dove le correlazioni e i contenuti estrapolabili dall'analisi della struttura dei moltissimi link divengono il risultato del funzionamento del sistema e non la sua premessa. L'obiettivo è infatti stabilire criteri utilizzabili per generare risposte

³⁷ E. Esposito, *Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms*, cit., p. 257.

³⁸ Ivi, p. 258.

³⁹ *Ibid.*

⁴⁰ Per un'analisi introduttiva al suo funzionamento, cfr. P. Ferragina, F. Luccio, *Il pensiero computazionale. Dagli algoritmi al coding*, cit., pp. 155-179.

adeguate a domande che non sono prevedibili. Tali criteri non possono dunque riguardare direttamente i contenuti, a differenza di quanto avviene per esempio per il catalogo di un archivio. Ciò che l'algoritmo innesca è allora un meccanismo ricorsivo «in which the users use the algorithm to get the information, their research modifies the algorithm, and the algorithm then impinges on their subsequent searches for information»⁴¹. L'attenzione dei programmatori può così concentrarsi esclusivamente nel rendere l'algoritmo capace di mutare sé stesso e saranno poi le modalità d'uso degli utenti a fornirgli il materiale necessario per orientarsi. «What it does is use the results of our minds to give directions, and then produce information that none of us had in mind»⁴².

Sul piano comunicativo in questo caso la situazione si complica poiché la contingenza con cui entra in relazione l'utente non è più soltanto la propria che viene riflessa, e non è nemmeno quella della macchina poiché l'algoritmo per sua natura non è in grado di trattare l'incertezza ma solo eseguire istruzioni⁴³. L'algoritmo tuttavia importa questa contingenza dall'esterno e la utilizza per produrre informazioni nuove. Queste informazioni pur derivando da quelle prodotte dagli utenti del web non possono essere attribuite direttamente a loro, esse sono letteralmente prodotte dal sistema che computa il materiale a disposizione estrapolandone correlazioni che nessuno, data la mole di dati e la velocità di calcolo, avrebbe mai potuto conoscere senza il suo aiuto. «The algorithm reflects and represents the perspective of other observers, and users observe through the machine a re-elaboration of other users' observations»⁴⁴. L'effetto che ne risulta è che l'utente si trova ora effettivamente di fronte a una prospettiva diversa dalla sua, a un atto di emissione attribuibile solo al dispositivo che è capace di reagire alla sua contingenza in modo altrettanto indeterminato selezionando così informazione. Tuttavia l'atto di emissione del dispositivo risulta scollegato dall'informazione selezionata a differenza di quanto accade nella situazione di doppia contingenza. Sebbene l'utente associ a questo atto di emissione un'informazione l'algoritmo che lo produce compie scelte sulla base dei dati disponibili ma lo fa seguendo criteri che non contribuiscono alla sua comprensione. «The real innovation in the communication with algorithms is that understanding is no longer oriented to the meaning of an utterance»⁴⁵. Ciò significa che quando si interagisce con questi dispositivi viene a mancare la possibilità di osservare come un altro osservatore osserva il mondo poiché il dispositivo non può osservare alcunché ma è solo in grado di mettere a disposizione ciò che anche gli altri potrebbero osservare nella comunicazione⁴⁶. In termini luhmanniani, nel primo caso è possibile l'insorgere di un'osservazione di secondo ordine, il cui oggetto è il *modo* di osservare di un

⁴¹ E. Esposito, *Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms*, cit., p. 259.

⁴² Ivi, p. 260.

⁴³ Si veda la definizione fornita all'inizio dell'articolo.

⁴⁴ Ivi, pp. 259-260.

⁴⁵ *Ibid.*

⁴⁶ Ivi, p. 260.

Alter Ego che sa osservare il mondo come me. Nel secondo caso invece abbiamo solo la possibilità di moltiplicare le nostre osservazioni di *ciò* che potrebbe essere osservato attraverso le osservazioni di altri osservatori, mettiamo in atto sempre e solo un'osservazione di primo ordine⁴⁷. Secondo Esposito quella che si genera è una *doppia contingenza virtuale*:

The algorithm reflects and elaborates the indeterminacy of all participants, and each user faces the contingency of all the others, which is infinitely surprising and informative. It is still virtual contingency, but reflected in a mirror in which everyone sees not him- or herself but the other observers communicating⁴⁸.

Secondo l'autrice è possibile riconoscere in questa particolare interazione una nuova forma di comunicazione distinta rispetto a quella che si verifica tra persone. Essa è definita comunicazione artificiale poiché l'algoritmo che viene programmato per funzionare come partner della comunicazione costruisce letteralmente una nuova prospettiva a partire dai dati aggregati di altri utenti, sfruttandoli per generare la contingenza necessaria. L'utilizzatore interagendo con la macchina non si troverà così a comunicare né con il produttore né con gli utenti del web che hanno fornito il materiale da elaborare ma con un partner artificiale i cui atti di emissione e informazioni sono attribuibili soltanto a lui. È dunque possibile orientarsi a partire dall'indeterminatezza del partner anche se, come abbiamo visto, quest'ultimo non è propriamente un Alter Ego. Quella che esso ci propone è sorpresa informativa derivante da una indeterminatezza infinitamente più vasta di quella generata dalla semplice riflessione della propria contingenza come accadeva per i robot giocattolo. Tuttavia la contingenza prodotta in questo caso è qualitativamente diversa rispetto a quella con la quale ci confrontiamo quando un altro osservatore ci offre il suo modo di vedere le cose e non soltanto ciò che ha o potrebbe osservare. In altri termini, l'algoritmo non è in grado di farsi un'idea e proporcela, può soltanto costruirla senza comprenderla orientandosi, per l'adeguatezza del risultato, ai dati che ha a disposizione seguendo un processo di apprendimento tramite rinforzo. Come fa notare Esposito riprendendo le ricerche David Silver e Demis Hassabis sul programma AlphaGo⁴⁹, questi sistemi non sono in grado di immaginare la prospettiva dell'utente o fare previsioni, non possiedono nemmeno la consapevolezza di ciò che sta accadendo, più semplicemente «the algorithm uses reinforcements to

⁴⁷ Sulla distinzione tra osservazione di primo e secondo ordine cfr. N. Luhmann, *Introduzione alla teoria dei sistemi*, a cura di S. Magnolo, Lecce 2018, pp. 122-141.

⁴⁸ E. Esposito, *Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms*, cit., p. 260.

⁴⁹ Sviluppato da Google DeepMind, si tratta di un software divenuto noto al grande pubblico per aver battuto il campione mondiale di Go, Lee Sedol, nel 2016 utilizzando un'architettura ibrida di algoritmi di apprendimento supervisionato e non-supervisionato. La struttura del software ha rappresentato una svolta nello sviluppo di algoritmi capaci di autoapprendimento ed è ora impiegata in molti contesti, cfr. D. Silver e D. Hassabis, *Mastering the Game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search*, «Nature», vol. 529, n. 7587, 28 gennaio 2016, pp. 484-489.

calculate in its own way an evaluation function that indicates which moves to make»⁵⁰. Nel compiere questa computazione il sistema non apprende qualcosa di nuovo sul mondo ma impara soltanto a perfezionare sé stesso e la sua struttura di funzionamento generando infinite versioni di sé e imparando dai risultati ottenuti dai sé autoprodotti. Nessun algoritmo può generare possibilità che non siano già implicitamente contenute nei dati che ha a disposizione e la contingenza che viene elaborata e prodotta dal sistema può solo risultare dall'interazione tra esseri umani e algoritmi⁵¹. Nonostante questo limite l'effetto che ne deriva è pervasivo e dalle conseguenze ancora difficili da decodificare: è ora disponibile una forma di comunicazione enormemente più informativa generabile dall'interazione con partner non umani che non imitano i processi cognitivi.

Conclusion

In conclusione, quel che ancora resta da chiarire alla luce di questo nuovo modo di trattare i dati e produrre interazioni comunicative sono gli effetti che possono generarsi sul piano complessivo della comunicazione sociale dal quale si produce la costruzione di senso. L'immissione continua di informazioni la cui comprensione risulta scollegata dal significato degli atti di emissione attribuiti all'interlocutore produrrà certamente conseguenze sul piano della coordinazione comunicativa, sulla genesi di significati condivisi e sulle loro caratteristiche ma ancora non sembra possibile capire come. Restrungendo la questione, Esposito riconduce a questo problema la nota e controversa tesi di Chris Anderson secondo la quale il livello raggiunto dai processi di digitalizzazione delle informazioni renda possibile un superamento delle strutture ipotetico-deduttive del ragionamento scientifico in vista di un sapere costruito esclusivamente sulla scoperta di correlazioni e forme proprie del fenomeno da indagare⁵². Secondo Anderson, il fenomeno non sarebbe più conosciuto a partire dalla formulazione di ipotesi preliminari ma verrebbe direttamente reso visibile, ovvero dimostrato, grazie all'analisi algoritmica di quell'enorme quantità di dati resi disponibili dalla rete. Una massa di dati trattabili talmente grande da essere considerata potenzialmente esaustiva in relazione alla conoscenza di tutto ciò che c'è. Secondo l'autrice, una tesi di questo tipo fa appello a un presupposto implicito senza dubbio fallace, ma che risulta significativo in quanto fornisce indicazioni in merito al genere di conseguenze che l'immissione di informazioni a partire da questo nuovo modo di trattare i dati può generare sulla costruzione della conoscenza. Si tratta dell'assunto secondo cui i dati a disposizione del sistema computazionale siano completi o talmente vasti da poter essere considerati sufficienti per rispondere a qualsiasi domanda 'su ciò che c'è', ribaltando il

⁵⁰ Ivi, p. 261.

⁵¹ Ivi, pp. 262-263.

⁵² C. Anderson, *The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete*, «Wired», 06/2008, 16.

rapporto tra problema e soluzione⁵³. Le soluzioni sarebbero tutte già presenti nei dati in attesa di essere scoperte, una volta trovato il problema corrispondente da implementare nella macchina. Tuttavia, anche ammesso che una tale massa di dati sia effettivamente aggregabile, essa non potrebbe che riferirsi sempre e solo a un'infinita serie di comportamenti degli utenti estrapolati dalla rete nel passato. E di conseguenza una simile tesi dovrebbe necessariamente assumere una posizione ontologica forte al punto da considerare le premesse contenute nel passato sufficienti alla determinazione univoca del futuro⁵⁴. Indipendentemente dalla plausibilità di queste conclusioni sul piano strettamente epistemologico, il punto è che queste tecnologie come abbiamo visto non funzionano in questo modo – e un indizio è fornito dal fatto che spesso si sbagliano. Esse traggono la loro possibilità di generare informatività nella comunicazione con l'utente dalla contingenza generata dalle interazioni sociali nel loro complesso, dal quale vengono estrapolati dati a partire da eventi, ovvero i nostri comportamenti, senza che vi sia un diretto accesso al mondo. Ma se è così ciò che non è tenuto in debita considerazione nell'interpretazione delle informazioni derivanti da questi sistemi è che qualsiasi sia il responso che otterremo in merito alla risoluzione di un problema, soprattutto in ambito sociale, esso sarà costitutivamente deficitario poiché il sistema non sarà in grado di tenere in considerazione le nostre possibili reazioni messe in campo per confermare o evitare l'effetto prospettato dalla computazione algoritmica.

The machine foresees only what can be expected on the basis of past logic, even if (as in the models of risk management) it considers the multiplicity of possible future courses, admitting that today one cannot know which of them will occur (open future). What escapes, however, is precisely the real future: the one that will become real reacting to our attempts to predict it and is therefore inherently unpredictable (it is none of those considered by the models). The circularity of the forecast tends to self defeat (as in the case of financial markets) or in any case leads to enormous management problems. Not recognising communication, the logic of the machine does not recognise the inherent indeterminacy of the social world, which cannot be known because it continuously reproduces its own uncertainty⁵⁵.

L'indeterminazione caratteristica del mondo sociale è generata proprio dal tipo di interazione circolare che solo la condizione di doppia contingenza può rendere possibile ma questa richiede una serie di capacità che la macchina può solo riprodurre in modo virtuale attraverso un complesso gioco di riflessi. D'altro canto se questo è ciò che non dovremmo aspettarci dal tipo di informatività che deriva dagli algoritmi, quel che in effetti sembra accadere apre a una serie di problematiche altrettanto ricche di conseguenze. Queste informazioni hanno infatti l'effetto di stimolare processi riflessivi in grado di aumentare in maniera significativa la capacità di apprendimento degli utenti. La necessità di reagire

⁵³ E. Esposito, *Digital Prophecies and Web Intelligence*, cit., pp. 127-128.

⁵⁴ Ivi, p. 133.

⁵⁵ Ivi, p. 134.

a un crescente numero di variabili ugualmente possibili incrementa la nostra capacità di produrre soluzioni creative in contesti circoscritti. Non a caso l'effetto prodotto dalla nascita di algoritmi in grado di sconfiggere i giocatori di scacchi o di Go è stata l'accelerazione del progresso delle tattiche di gioco elaborate dai giocatori umani. Quando questo fenomeno si verifica in maniera diffusa in molteplici contesti la complessità della comunicazione sociale aumenta e con essa le possibilità di apprendimento dei partecipanti. In senso generale si può affermare che aumentano le opportunità di riflessione e dunque di revisione delle strutture che garantiscono la stabilità del senso complessivo. Al contempo però le informazioni, le teorie e tutti i riferimenti condivisi divengono sempre più instabili, poiché la possibilità di generare alternative plausibili cresce con il crescere della possibilità di riflessione. Il prezzo di una maggiore capacità di comprensione e trattamento della complessità del mondo è l'aumento della percezione di un rischio diffuso. Diviene allora sempre più difficile mettere in relazione passato e futuro per assumere decisioni nel presente⁵⁶.

Alberto Giustiniano
Università degli studi di Padova
✉ alberto.giustiniano@gmail.com

Bibliografia

- Aaronson, S. 2013. *Why Philosophers Should Care About Computational Complexity*, in J. Copeland, C. Posy, & O. Shagrir (eds.), *Computability: Turing, Gödel, Church, and Beyond*, Cambridge Mass, MIT Press.
- Anderson, C. 2008. *The End of Theory: The Data Deluge Makes the Scientific Method Obsolete*, «Wired», 06, 16.
- Boden, M. A. 2018. *Artificial Intelligence. A Very Short Introduction*, Oxford, Oxford University Press, tr. it. *L'Intelligenza Artificiale*, a cura Diego Marconi, Bologna, il Mulino 2019.

⁵⁶ Si segnala che a seguito della consegna del presente lavoro è stato pubblicato dall'autrice il saggio *Artificial Communication. How Algorithms Produce Social Intelligence*, MIT Press, Cambridge-London 2022 nel quale gli argomenti qui illustrati trovano la loro trattazione completa. Tale volume, ci auguriamo, dovrebbe dare maggiore risalto a questa proposta interpretativa, ancora pressoché sconosciuta al dibattito scientifico su questi temi. Una prima discussione in merito risale al 2021 ed è riportata in «*Coconstructivist Foundations*», 16, 3, July 2021, pp. 357-380 a seguito di un'intervista con l'autrice curata da Katrin Sold e Bénédicte Zimmermann. Gli interventi, tuttavia, si concentrano prevalentemente sulla struttura e il funzionamento della teoria dei sistemi di Luhmann, sottesa alla proposta della Esposito, e non direttamente sulle conseguenze teoriche del passaggio da un'analisi orientata all'intelligenza verso un'analisi orientata alla comunicazione (fatta eccezione dell'intervento di Wiebke Loosen e Armin Scholl, pp. 369-371).

- Burrell, J. 2016. *How the Machine 'Thinks': Understanding Opacity in Machine Learning Algorithms*, «Big Data & Society» January–June.
- Church, A. 1936. *An Unsolvable Problem of Elementary Number Theory*, in «American Journal of Mathematics», 58.
- Esposito, E. 2013. *Digital Prophecies and Web Intelligence*, in M. Hildebrandt & K. de Vries (eds.), *Privacy, Due Process and the Computational Turn. The Philosophy of Law Meets the Philosophy of Technology*, New York, Routledge.
- Esposito, E. 2017. *Artificial Communication? The Production of Contingency by Algorithms*, «Zeitschrift für Soziologie», 46(4), Oldenbourg.
- Esposito, E., Sold, K., Zimmermann, B. 2021. *Systems Theory and Algorithmic Futures: Interview with Elena Esposito*, «Costructivist Foundations», 3 ,16, July.
- Esposito, E. 2022. *Artificial Communication. How Algorithms Produce Social Intelligence*, Cambridge-London, MIT Press.
- Ferragina, P., Luccio, F. 2017. *Il pensiero computazionale. Dagli algoritmi al coding*, Bologna, il Mulino.
- Foerster, H. (von). 2007. *Cibernetica ed epistemologia: storia e prospettive*, in G. Bocchi, M. Ceruti (a cura di), *Le sfide della complessità*, Milano, Bruno Mondadori.
- Frixione, M., Palladino, D. 2009. *Funzioni, macchine, algoritmi. Introduzione alla teoria della computabilità*, Roma, Carocci.
- Hill, R. K. 2016. *What an Algorithm Is*, «Philosophy & Technology». 29, Berlin-New York.
- Kurzweil, R. 2005. *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*, New York, Viking, tr. it. *La singolarità è vicina*, Milano 2008
- Losano, M. G. 1991. *Storie di automi. Dalla Grecia classica alla Belle Époque*, Torino, Einaudi.
- Luhmann, N. 1984. *Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie*, Frankfurt am Main, Suhrkamp, tr. it. *Sistemi sociali. Fondamenti di una teoria generale*, a cura di A. Febbrajo, Bologna 1990
- Luhmann, N. 2011. *Einführung in die Systemtheorie*, Hrsg. v. Dirk Baecker 334 Seiten, 9 Abb., Kt, 8. Auflage, tr. it. *Introduzione alla teoria dei sistemi*, a cura di S. Magnolo, Lecce, Pensa Multimedia.
- Luhmann, N. 2018. *Die operative Geschlossenheit psychischer und sozialer Systeme*, in *Soziologische Aufklärung 6. Die Soziologie und der Mensch*, Springer Fachmediem Wiesbaden GmbH, tr. it. *La chiusura operativa dei sistemi psichici e sociali*, in N. Luhmann, *Che cos'è la comunicazione?*, a cura di A. Cevoloni, Milano-Udine 2018.
- McCarthy, J. et al., 1955. *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>
- Nilsson, N. J. 2010. *The Quest for Artificial Intelligence. A History of Ideas and Achievements*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Numerico, T. 2021. *Big Data e algoritmi. Prospettive critiche*, Roma, Carocci.

- Silver, D., Hassabis, D. 2016. *Mastering the Game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search*, «Nature», vol. 529, n. 7587, 28 January.
- Turing, A. M. 2004. *On Computable Numbers with an Application to the Entscheidungsproblem*, in J.B. Copeland (ed.), *The Essential Turing: Seminal Writings in Computing, Logic, Philosophy, Artificial Intelligence, and Artificial Life plus The Secrets of Enigma*, Oxford, Oxford University Press.
- Vardi, M. 2021. *What is an Algorithm?*, «Communications of the ACM», vol. 55, 3, New York.