

# Fallimenti, controversie e il mito tecnologico dell'Intelligenza Artificiale

Andrea Ballatore, Birkbeck, University of London, UK

Simone Natale, Loughborough University, UK

Chapter in Balbi, G. and Magaudda, P. (eds.) *Fallimenti digitali*, 2017, Rome: Carocci

AUTHOR COPY

## *Abstract*

A partire dall'emergere della nozione di intelligenza artificiale (IA) negli anni 1950, il sogno di sviluppare una macchina pensante è stato al centro di numerosi fallimenti e altrettante rinascite. Mentre alcuni informatici, scienziati e filosofi si sono sforzati di dimostrare l'impossibilità di una IA equivalente o superiore alla mente umana, altri hanno continuato a rinnovare la speranza di ottenerla. Il capitolo si propone di investigare il problema del fallimento tecnologico nel caso dell'IA, analizzando il modo in cui la controversia ha continuato ad alimentarsi nel corso di numerosi decenni. Tale dibattito può essere considerato funzionale al mantenimento e rinnovamento del mito della macchina pensante, il quale ha esercitato una costante influenza sul dibattito intellettuale e la cultura popolare dalla fine degli anni 1950 ad oggi. La controversia può essere pertanto considerata non un ostacolo ma un elemento funzionale alla costruzione del mito tecnologico dell'IA. Per comprendere l'impatto dei fallimenti tecnologici – intesi come costruzioni culturali piuttosto che eventi oggettivi – è dunque necessario abbandonare una dimensione dicotomica che oppone il successo in maniera troppo rigida al fallimento. La possibilità di fallimento di un progetto può rappresentare una risorsa simbolica capace di contribuire in maniera cruciale al processo di innovazione.

## Introduzione

Nell'immaginario popolare, la storia dell'informatica viene spesso rappresentata come un progresso lineare, fatta di folgoranti invenzioni ingegneristiche e intuizioni scientifiche. Eppure, l'evoluzione dei computer e dei programmi che li animano hanno seguito percorsi molto differenti. Mentre l'hardware ha visto per decenni un miglioramento netto in termini di memoria e velocità di calcolo, la storia del software, come notato da Ensmenger (2010, p. 10), "è piena di tensioni, conflitti, fallimenti e delusioni". In diversi momenti dell'evoluzione dell'informatica, mentre le macchine diventavano più economiche e potenti, programmarle per svolgere compiti utili si rivelava costoso e frustrante (Ceruzzi, 2003). Sviluppare un approccio che tenga conto del ruolo del fallimento, in questo senso, è un compito urgente per una storia dei media digitali

che tenga conto del ruolo fondamentale svolto dal software e dalla programmazione di computer e altri strumenti digitali, come proposto dai *software studies*.

Dal punto di vista di una storia culturale dei fallimenti tecnologici nell'informatica, l'Intelligenza Artificiale (IA) rappresenta un caso particolarmente interessante. In diversi momenti lungo l'evoluzione dell'informatica, l'IA è stata largamente considerata una tecnologia fallita, incapace di rispettare le grandiose promesse e gli obiettivi prefissati dai ricercatori e dai sostenitori dei suoi paradigmi; in altre fasi, è stata attraversata da notevole, forse eccessivo entusiasmo, attirando ingenti investimenti e l'attenzione del mondo scientifico e della sfera pubblica. La sua tumultuosa storia, di conseguenza, è stata letta dagli storici come un alternarsi schizofrenico di fallimenti e trionfi (McCorduck, 1979; Crevier, 1993; Russell et al., 2010). Questo capitolo mette in discussione questa narrativa per proporre un diverso punto di vista, secondo cui il presunto fallimento dell'IA non riguarda determinati fasi di declino dei suoi vari paradigmi, ma ne costituisce un elemento imprescindibile lungo la sua intera traiettoria storica. Mettendo in risalto il ruolo funzionale dello scetticismo e del dibattito tra sostenitori e critici dell'IA, una simile prospettiva suggerisce che la costruzione di un mito tecnologico intorno all'IA sia stata facilitata e resa possibile dalla continua controversia tra chi ne sottolinea i successi e chi ne enfatizza i fallimenti. Per comprendere l'impatto dei fallimenti tecnologici – intesi come costruzioni culturali piuttosto che eventi oggettivi (Gooday, 1998) – è dunque necessario abbandonare una dimensione dicotomica che oppone il successo in maniera troppo rigida al fallimento. La possibilità di fallimento di progetti tecno-scientifici viene a rappresentare una risorsa simbolica che va considerata parte integrante del loro sviluppo.

## 1. Il mito della macchina pensante

Sorta a metà del XX secolo all'intersezione tra cibernetica, teoria del controllo, ricerca operativa, psicologia cognitiva e la nascente informatica, l'IA è un campo di studi basato sull'ipotesi che sia possibile programmare un computer per compiere operazioni che equivalgono o superano l'intelligenza umana (Russell et al. 2010). Il filosofo analitico John Searle ha proposto una distinzione tra una IA *forte*, che si pone come obiettivo la creazione di una intelligenza generale di livello umano (o ultra-umano), ed una IA *debole*, che imita comportamenti umani in contesti circoscritti (Searl, 1980). Mentre le applicazioni di IA debole sono onnipresenti in tecnologie di uso quotidiano, dai motori di ricerca a qualunque app di uno smartphone, quello che si può definire il mito tecnologico della macchina pensante è identificabile nella possibilità della IA forte. È intorno all'immaginazione di un cervello artificiale che si articola un mito diventato nel

corso degli ultimi decenni un progetto tecnologico e allo stesso tempo una componente ineludibile della cultura popolare.

Il concetto di "mito tecnologico" non indica credenze ingenue e fasulle, ma piuttosto un complesso di credenze sulla tecnica che diventano pervasive in particolari contesti sociali, culturali e politici. Come riconosciuto da autori come Mosco (2004) e Ortoleva (2009), un mito non è infatti definito dalla questione della sua autenticità, quanto dalla sua capacità di entrare nell'immaginazione collettiva di una determinata epoca. I miti tecnologici sono ben lungi dall'essere mere fantasie, ma sono formazioni culturali con effetti concreti, come osservato nel caso del Web (Natale & Ballatore, 2014) e delle tecnologie geo-spaziali (Ballatore, 2014).

Osservando la storiografia (Crevier, 1993; McCorduck, 1979) e la nutrita produzione di cultura popolare sul tema (Bory & Bory, 2016), il mito della macchina pensante si articola attorno ai seguenti pilastri: (1) i processi cognitivi possono essere ridotti a calcoli basati sulla manipolazione di simboli; (2) il cervello umano è equivalente a un computer; (3) lo sviluppo di una macchina pensante è fattibile in un futuro prossimo; (4) gli informatici sono eroi prometeici che stanno per realizzare la macchina pensante; (5) i computer sorpasseranno gli esseri umani in tutti i campi, alterando tutti i processi culturali, sociali e politici. Questa ultima credenza ha suscitato attorno all'IA sia speranze utopiche che timori distopici, mano a mano che la maggiore automazione informativa veniva identificata come foriera di disoccupazione, alienazione, sorveglianza ed eccessivo controllo burocratico. A differenza di altri miti che si proiettano nel passato, il mito della macchina pensante risiede in un "futuro prossimo" di possibilità tecnologiche (Dourish & Bell, 2011).

Il mito dell'IA ha rapidamente conquistato la sfera pubblica, muovendo dai laboratori di élite al resto della società anglo-americana e globale. A questo riguardo, Martin (1993) ha raccolto osservazioni sociologiche sull'immaginario dei computer come potenti e misteriosi cervelli artificiali. Attribuendo alla dimensione mitica dell'immaginario una connotazione prettamente negativa, Martin sostiene che i mass media negli anni '50 e '60 abbiano abusato di metafore fuorvianti ed esagerazioni tecniche. Quando i computer trovarono le prime applicazioni commerciali su larga scala negli anni '70, il mito della macchina pensante perse parte della sua credibilità. Eppure, due decenni più tardi, anche se ulteriormente ridotto, il mito era ancora presente nella popolazione americana, in particolare nelle sue forme distopiche. Con ragionevole cautela, successivamente del tutto giustificata, Martin ammette che, anche se la percezione del computer come macchina pensante era in declino negli anni '90, non era lecito dare il mito per morto. Il mito dell'IA non solo è sopravvissuto all'inverno degli anni 1970 ma ha

trovato nuove e sorprendenti articolazioni, tornando prepotentemente alla ribalta negli anni 2010.

Come vedremo, l'alternanza tra periodi di grande popolarità del mito e periodi in cui l'IA venne largamente sconfessata come campo di studio rappresenta infatti uno degli aspetti più peculiari della traiettoria storica dell'IA.

## 2. Gli inverni e le estati dell'Intelligenza Artificiale

Tra il 1943 e il 1956, un periodo che Russell et al. (2010) definiscono la "gestazione dell'IA", ricercatori come John McCarthy, Arthur L. Samuel e Marvin Minsky ottennero rapido accesso a ingenti finanziamenti dall'apparato tecnico-scientifico statunitense. In un contesto così favorevole, questi pionieri dell'IA ottennero risultati promettenti in diverse aree, tra cui i giochi formali come dama e scacchi, la risoluzione di problemi matematici e la robotica. Tali progressi incoraggianti nel breve periodo generarono molte previsioni ottimistiche (Crevier, 1993), alimentando la plausibilità del mito tra giornalisti, nella sfera pubblica, nonché tra gli scienziati. Nei primi anni '70, tuttavia, il mito dell'IA venne messo in discussione dalla mancanza di risultati concreti, al di là dei prototipi sperimentali. In un senso paradossalmente opposto a quanto notato nel contesto dei "big data" negli ultimi anni (Kitchin, 2014), mano a mano che aumentava il volume dei dati, i risultati dei pionieri dell'IA peggioravano e diventavano difficili da applicare a livello pratico. Questa situazione spinse i principali finanziatori del settore a ridurre il loro investimenti specialmente dal 1974 in poi, e più in generale, generò un ampio scetticismo riguardo all'IA come idea e progetto. Per timore di scontrarsi con tale scetticismo, per un decennio molti ricercatori evitarono l'utilizzo del termine "IA" per descrivere progetti di ricerca informatica, tanto che gli storici descrivono questa fase come il primo "inverno dell'IA" (Crevier, 1993).

Lungi dal significare un declino definitivo per il mito dell'IA, l'inverno degli anni Settanta fu seguito da nuove fasi "estive" di splendore. Senza ripercorrere in dettaglio i successi e fallimenti dell'IA negli ultimi decenni (si veda a questo riguardo Russell et al., 2010), l'ondata di "sistemi esperti" nel 1980 ha generato grandi aspettative e redditizie applicazioni industriali, e un destino simile è toccato all'approccio "connessionista", basato sulle reti neurali. Dagli anni 2000, la disponibilità di ampie quantità di dati e un importante aumento della potenza di calcolo e di stoccaggio hanno innescato progressi nei settori del *data mining*, nell'apprendimento automatico e nell'elaborazione e comprensione del linguaggio naturale, sviluppando soluzioni automatiche a problemi complessi ritenuti intrattabili anche solo due decenni prima – si veda ad esempio il

recente dibattito sul *deep learning* (LeCun et al. 2015). Questa rapida espansione dell'orizzonte di possibilità tecniche ha rilanciato il dibattito sul mito dell'IA, ravvivando lo scontro nella sfera pubblica tra quelli che Umberto Eco avrebbe chiamato "apocalittici e integrati" (Eco, 1965), ovvero gli entusiasti e i critici del prospetto tecnologico dell'IA. Sebbene la possibilità della IA forte rimanga tecnicamente remota (e su questo tema rimaniamo epistemologicamente agnostici), le nuove applicazioni di IA debole sono sufficienti a generare aspre controversie in tutti i campi coinvolti, da un lato sulla fattibilità e maturità tecnica delle soluzioni proposte, e dall'altro sugli effetti dell'introduzione di queste tecnologie negli apparati socio-tecnici (si vedano ad es. Kurzweil, 2005; Bostrom, 2012).

La storia di come l'IA sia passata da "inverni" a "estati" si adatta particolarmente a uno stilema narrativo fondamentale, quello del "rise and fall" – ovvero "ascesa e declino" –, che rappresenta una delle chiavi interpretative più diffuse per rappresentare le dinamiche dell'innovazione tecnologica (Natale, 2016). Un esempio in questo senso è la teoria del "ciclo di hype" popolarizzata da Gartner, una compagnia americana specializzata in consulenze su tecnologia e informazione. Secondo Gartner, una tecnologia può essere oggetto di una fase di "hype" o entusiasmo, stimolata da un'innovazione tecnica o più semplicemente da una qualche forma di dimostrazione pubblica delle sue potenzialità. In questa fase, le aspettative crescono, anche sotto la spinta dell'attenzione mediatica, fino a raggiungere un picco di eccessivo ottimismo riguardo alle sue prospettive. A livello economico, la conseguenza naturale è una crescita degli investimenti nel settore. All'ascesa segue però il declino: dal momento che tale tecnologia non è in grado di ottenere, almeno nel breve periodo, i successi sperati, l'ottimismo dà luogo a un crescente scetticismo sulle sue prospettive reali. La copertura mediatica comincia ad assumere un atteggiamento critico, e i finanziamenti crollano inesorabilmente. Ogni anno, Gartner pubblica un report in cui diverse tecnologie vengono piazzate in una particolare posizione lungo il "ciclo di hype" (see <http://www.gartner.com>).

La teoria di Gartner, come spesso avviene per le semplificazioni storiche, è suggestiva e sembra a prima vista trovare conferma nello sviluppo non solo dell'IA, ma anche di altre tecnologie. Il cinema 3D, per esempio, fu lanciato in gran pompa e poi sconfessato numerose volte lungo la storia del cinema (Elsaesser, 2013); la realtà virtuale fu oggetto di una fascinazione collettiva negli anni '90, per poi essere relegata al ruolo di aspettativa fallita e tornare infine in voga in tempi recentissimi (si veda ad esempio <http://www.oculus.com>). D'altra parte, la narrativa dell'ascesa e declino tende a sottovalutare il fatto che elementi come aspettative, fascinazione e persino scetticismo sono una presenza continua, piuttosto che ciclica, nell'evoluzione di determinate proposte tecnologiche (Messeri & Vertesi, 2015; Borup et

al., 2006). È auspicabile, in questo senso, leggere la storia dell'IA secondo una diversa narrativa che enfatizza il ruolo permanente della controversia. Seguire questa seconda narrativa significa riconoscere che scetticismo e controversie siano state una componente costante nella costruzione e lo sviluppo del mito dell'AI – e questo non solo durante gli inverni, ma lungo l'intera traiettoria storica della disciplina, dalle sue origini negli anni '50 ai giorni nostri.

### 3. Il ruolo delle controversie tecno-scientifiche

Come suggerito da Russell et al. (2010), il termine “intelligenza artificiale”, coniato da John McCarthy nel 1955, contiene una premessa così problematica dal punto di vista pratico e concettuale da essere destinato in maniera per così dire naturale ad attirare controversie. Infatti, fin dai primi anni '60 – un periodo di prevalente ottimismo riguardo alle prospettive dell'IA – scettici e critici hanno rappresentato una presenza estremamente importante nel dibattito sul presente e il futuro di questo campo. In riviste di divulgazione scientifica e tecnologica come *The New Scientist* e *Scientific American*, che ospitavano interventi dei maggiori rappresentanti del settore, affermazioni entusiastiche viaggiavano di pari passo a interventi critici (vedi, ad esempio, Moore, 1964; Voysey 1974; Albus & Evans 1976). Questo dibattito è continuato nei decenni successivi ed è proseguito fino ai giorni nostri, senza mai abbandonare il mito tecnologico dell'IA (Geraci, 2008).

Nonostante le controversie scientifiche siano state perlopiù studiate come elementi che tendono a ostacolare lo sviluppo e il successo di una teoria o di un campo di studi (Besel, 2011; Ceccarelli, 2011), storici come Gieryn (1983) o Pinch e Bijker (1987) hanno sottolineato come esse possano svolgere anche un ruolo funzionale allo sviluppo di innovazioni scientifiche e tecnologiche. Nel caso specifico dell'IA, un simile approccio significa prendere in considerazione il fatto che il mito della macchina pensante sia emerso come un insieme di teorie, ipotesi e speculazioni il cui carattere complesso e ambiguo invita costituzionalmente contestazioni e scetticismo.

La presenza di controversie estese e apparentemente senza fine è una caratteristica che accomuna l'IA ad un campo di studio dal carattere ben più problematico e dai risultati empirici meno impressionanti, la parapsicologia. Secondo David J. Hess (1993), autore di uno degli studi più comprensivi su questo tema dal punto di vista della sociologia della scienza, sarebbe sbagliato considerare i sostenitori e gli oppositori della parapsicologia come meri antagonisti. Il sociologo americano ha notato infatti come lo scetticismo sia evocato non solo da chi critica la scientificità di questi studi, ma anche dagli stessi parapsicologi, i quali si presentano come

scettici di fronte alle certezze dell'establishment medico, della scienza ufficiale, e anche di fronte alle teorie di altri parapsicologi, degli spiritisti e dei seguaci della New Age. La controversia, suggerisce Hess, va considerata non un impedimento, ma una condizione essenziale per l'esistenza di questo campo di studi.

È all'interno di una dialettica simile che il mito dell'IA è emerso e progredito, passando attraverso dispute incessanti tra critici e sostenitori. Come abbiamo notato, i miti tecnologici sono definiti non dal fatto che siano veri o falsi, ma piuttosto dalla loro capacità di diventare pervasivi in particolari società e culture (Mosco, 2004; Ortoleva, 2009). In questo senso, le controversie rappresentano una componente costitutiva del mito dell'IA, poiché contribuiscono a mantenerlo vivo e capace di attrarre attenzione e spazio nel dibattito scientifico e nella sfera pubblica. Come proposto da Delborne (2011), le controversie scientifiche rappresentano infatti un contesto attraverso cui paradigmi, teorie e campi costruiscono la propria influenza all'interno del mondo scientifico e, allo stesso tempo, nell'arena pubblica e popolare.

Enfatizzare il ruolo funzionale delle controversie nello sviluppo dell'IA, in questo senso, significa abbandonare la narrazione tradizionale basata su ascesa e declino, per proporre invece un modello alternativo di evoluzione storica in cui controversie e apparenti fallimenti svolgono un ruolo primario nella costruzione e nel persistere del mito. Il mito dell'IA va inteso come un dialogo, piuttosto che un monologo: una narrazione basata su una domanda di fondo ("è possibile creare una macchina pensante?") la cui sopravvivenza si basa proprio sulla mancanza di risposte definitive e sull'apertura a risposte contrastanti e profondamente conflittuali tra loro, nonché alla ridefinizione della domanda in base a nuovi sviluppi tecnici e culturali. La natura aperta del problema se può esistere una IA forte diviene dunque condizione essenziale per la continua generazione di idee e, in definitiva, per assicurare la capacità dell'IA di esercitare un'influenza costante sulla nostra cultura lungo un arco di tempo così ampio. L'inverno, in questo senso, non è da considerare come un evento episodico, ma piuttosto come una componente stabile e funzionale allo sviluppo di questo campo tecno-scientifico.

## Conclusione

Fin dall'inizio della sua traiettoria intellettuale e scientifica, l'idea di IA ha suscitato grandi dibattiti e controversie. Durante l'iniziale entusiasmo degli anni '50 e '60, l'IA ha generato un mito socio-tecnico incentrato sulla possibilità di creare una macchina pensante basata sui nuovi calcolatori digitali. Nella feroce dialettica tra credenti e scettici, l'eventualità di una macchina dalle capacità cognitive umane (o sovrumane) è passata dal dominio della fantascienza a quello scientifico, e

ha continuato a occupare una posizione preminente nella sfera pubblica. In questo capitolo abbiamo ripercorso lo sviluppo di questo complesso campo tecno-scientifico interdisciplinare dal punto di vista dell'immaginario culturale, enfatizzando in particolare il ruolo dei frequenti fallimenti dell'IA, attribuibili all'eccessivo entusiasmo e alla tendenza a promettere risultati irrealistici dei suoi praticanti. La storiografia dell'informatica concettualizza le fasi di entusiasmo e scetticismo dell'IA in maniera ciclica, come un susseguirsi di "estati" e "inverni", in una narrativa di *rise and fall* molto comune nella storia dei media.

La nostra tesi è che le controversie e i fallimenti dell'IA, invece che ostacolarne lo sviluppo, siano un elemento funzionale alla costruzione e al mantenimento del mito nell'immaginario tecnologico e scientifico. Invece di una semplice narrativa ciclica, proponiamo una prospettiva integrata che rende giustizia al ruolo costruttivo e generativo delle controversie, tracciando un parallelismo con aree di indagine assai diverse come la parapsicologia. Come dimostrano i recenti sviluppi nel campo dell'automazione – si notino ad esempio i veicoli autonomi, l'apprendimento automatico e i cosiddetti "big data" – nessuno degli inverni che il mito della macchina pensante ha trascorso nella sua breve storia è stato fatale. La vitalità del mito tecnico-scientifico della macchina pensante risulta evidente dalla popolarità dell'argomento nella sfera pubblica, dove viene interpretato con le familiari (e problematiche) lenti dell'utopia e distopia, focalizzate su di un orizzonte tecnico in continua ridefinizione.

## Bibliografia

- Albus, James S. , and John M. Evans. "Robot Systems." *Scientific American* 234 (1976): 76-86.
- Ballatore, A. (2014). The myth of the Digital Earth between fragmentation and wholeness. *Wi: Journal of Mobile Media*, 8(2). Retrieved from <http://wi.mobilities.ca/myth-of-the-digital-earth>
- Besel, Richard D. "Opening the "Black Box" of Climate Change Science: Actor-Network Theory and Rhetorical Practice in Scientific Controversies." *Southern Communication Journal* 76, no. 2 (2011): 120-36.
- Borup, M., Brown, N., Konrad, K., & Van Lente, H. (2006). The sociology of expectations in science and technology: Technology analysis & strategic management, 18(3-4), 285-298.
- Borup, Mads, Nik Brown, Kornelia Konrad, and Harro Van Lente. "The Sociology of Expectations in Science and Technology." *Technology Analysis & Strategic Management* 18, no. 3-4 (2006): 285-98.



- Bory, S., and P. Bory. "New Imaginaries of the Artificial Intelligence." *Im@go. A Journal of the Social Imaginary* 6 (2016): 66-85.
- Bostrom, N. "The Superintelligent Will: Motivation and Instrumental Rationality in Advanced Artificial Agents." *Minds and Machines* 22, no. 2 (2012): 71-85.
- Ceccarelli, Leah. "Manufactured Scientific Controversy: Science, Rhetoric, and Public Debate." *Rhetoric & Public Affairs* 14, no. 2 (2011): 195-228.
- Ceruzzi, P. E. (2003). *A History of Modern Computing* (2nd ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Crevier, D. (1994). *AI: The Tumultuous History of the Search for Artificial Intelligence*. Basic Books.
- Delborne, Jason A. "Constructing Audiences in Scientific Controversy." *Social Epistemology* 25, no. 1 (2011): 67-95.
- Dourish, P., and G. Bell. *Divining a Digital Future: Mess and Mythology in Ubiquitous Computing*. Cambridge, MA: MIT Press, 2011.
- Eco, U. (1964). *Apocalittici e integrati*. Milano: Bompiani.
- Elsaesser, T. (2013). The "return" of 3-D: On some of the logics and genealogies of the image in the twenty-first century. *Critical Inquiry*, 39(2), 217-246.
- Ensmenger, N. L. (2012). *The computer boys take over: Computers, programmers, and the politics of technical expertise*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Geraci, R. M. (2008). Apocalyptic AI: Religion and the Promise of Artificial Intelligence. *Journal of the American Academy of Religion*, 76(1), 138–166.
- Gieryn, Thomas F. "Boundary-Work and the Demarcation of Science from Non-Science: Strains and Interests in Professional Ideologies of Scientists." *American Sociological Review* 48, no. 6 (1983): 781-95.
- Gooday, G. (1998). Re-writing the "book of blots": Critical reflections on histories of technological "failure." *History and Technology*, 14(4), 265–291.
- Kitchin, R. (2014). Big Data, new epistemologies and paradigm shifts. *Big Data & Society*, 1(1), 2053951714528481.
- Kurzweil, R. *The Singularity Is Near: When Humans Transcend Biology*. London: Penguin books, 2005.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436-444.
- Martin, C. D. (1993). The Myth of the Awesome Thinking Machine. *Communications of the ACM*, 36(4), 120–133.
- McCorduck, P. *Machines Who Think: A Personal Inquiry into the History and Prospects of Artificial Intelligence*. San Francisco, CA: W.H. Freeman, 1979.

- Messeri, L., & Vertesi, J. (2015). The Greatest Missions Never Flown: Anticipatory Discourse and the "Projectory" in Technological Communities. *Technology and Culture*, 56(1), 54–85.
- Moore, Edward F. "Mathematics in the Biological Sciences." *Scientific American* 211 (1964): 148-64.
- Mosco, V. *The Digital Sublime: Myth, Power, and Cyberspace*. Cambridge, MA: MIT Press, 2004.
- Natale, S. (2016). There Are No Old Media. *Journal of Communication*, published online before print 31 May 2016, DOI: 10.1111/jcom.12235
- Natale, S. & Ballatore, A. (2014). The web will kill them all: New media, digital utopia, and political struggle in the Italian 5-Star Movement. *Media, Culture & Society*, 36(1), 105–121.
- Ortoleva, P. "Modern Mythologies, the Media and the Social Presence of Technology." *Observatorio (OBS) Journal* 3, no. 1 (2009): 1-12.
- Pinch, Trevor J., and Wiebe E. Bijker. "The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit from Each Other." In *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, edited by Wiebe E. Bijker, Thomas Parke Hughes and Trevor J. Pinch, 17-50. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1987.
- Russell, S.J, P. Norvig, and J.F. Canny. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Saddle River, NJ: Pearson Education, 2010.
- Searle, J.R. "Minds, Brains, and Programs." *Behavioral and Brain Sciences* 3, no. 3 (1980): 417-57.
- Voysey, H. "Programming without Programmers." *New Scientist* 63, no. 910 (1974): 390-91.

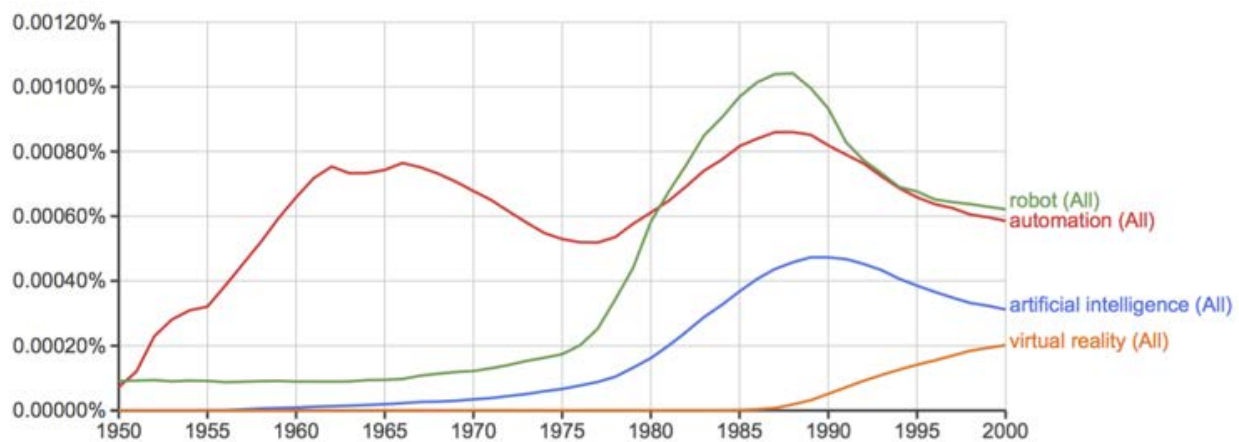


Figura 1. Percentuale di documenti in cui diverse parole chiave legate all'Intelligenza Artificiale compaiono nel corpus di Google Books, 1950–2000. Fonte: Google Books NgramViewer, <http://books.google.com/ngrams>.