



2025 FASCICOLO I

Chiara Finocchiaro

**Intelligenza artificiale e transizione ambientale:
riflessioni e possibili scenari**

3 febbraio 2025

IDEATORE E DIRETTORE: PASQUALE COSTANZO
CONDIRETTRICE: LARA TRUCCO



Chiara Finocchiaro

Intelligenza artificiale e transizione ambientale: riflessioni e possibili scenari*

SOMMARIO: 1. Un fenomeno in continua espansione: la tenuta costituzionale dell'intelligenza artificiale. – 2. Dilemmi di carattere etico e antropologico. – 3. “Educare” gli algoritmi. – 4. I rischi sottesi ad un'intelligenza artificiale “energivora”. – 5. Conclusioni: verso un futuro sostenibile di AI.

ABSTRACT: *The present paper aims to highlight some of the consequences arising from the expansion of the phenomenon of artificial intelligence. The evolution of algorithms, in fact, has generated countless positive impacts but equally significant dangers. It is therefore necessary to activate a “constitutional precaution” to preserve the fundamental conditions of human life and nature over time, also in protection of future generations.*

1. Un fenomeno in continua espansione: la tenuta costituzionale dell'intelligenza artificiale

Esistono complesse interrelazioni tra intelligenza artificiale e sistemi sociali e giuridici. Questo tema, fino a pochi anni fa, era appannaggio di una ristretta cerchia di ricercatori, taluni dei quali considerati dei visionari. Recentemente, invece, è emerso a chiare lettere il suo potenziale in termini di innovazioni e sfide di adattamento¹.

Si tratta di una materia piuttosto delicata e su cui si è ampiamente dibattuto: ha infatti vissuto “primavere e inverni”, momenti di gloria, ma altrettante delusioni². Molti oggi sono i sostenitori degli aspetti positivi di questo fenomeno, può dirsi dunque ormai concluso il “lungo buio” attraversato dall'intelligenza artificiale. Infatti, la disaffezione e i fallimenti registrati in alcuni periodi, dati anche dalla carenza di fondi o di interesse per la ricerca e lo sviluppo scientifico, sembrano ormai un lontano ricordo³. Malgrado le forti oscillazioni nel tempo, si tratta di un tema che impatta su una lunga catena di aspetti della vita sociale ed economica e

*  Contributo scientifico sottoposto a referaggio.

Chiara Finocchiaro è Dottore di ricerca presso l'Università di Catania. Cultrice di Diritto costituzionale nel Dipartimento di Giurisprudenza della stessa Università.

¹ Espressione di A. D'ALOIA, *Il diritto verso “il mondo nuovo”. Le sfide dell'intelligenza artificiale* in A. D'Aloia (cur.), *Intelligenza artificiale e diritto. Come regolare un mondo nuovo*, Milano, 2020, 8.

² Quando si parla di “delusioni” legate al fenomeno dell'intelligenza artificiale, sono diversi gli autori a cui fare riferimento. Si veda, *ex multis*, D. R. HOFSTADTER, *Godel, Escher, Bach: un'eterna ghirlanda brillante*, trad. it., Milano, 1984, 649, il quale afferma che «l'IA è tutto quello che non è stato ancora fatto». Secondo l'Autore, infatti, i progressi fatti dalle macchine vengono ben presto ritenuti superati: da queste ci si aspetta, quindi, sempre di più e che emergano sviluppi sempre nuovi.

³ C. ACCOTO, *Il mondo dato. Cinque brevi lezioni di filosofia digitale*, Milano, 2017, 50 ss.



che ha dato la stura ad ampie riflessioni sull'esperienza umana, scavando nel profondo di alcuni assunti etici e antropologici.

Gli scenari tratteggiati dall'AI sono stati oggetto, negli ultimi decenni, del genere narrativo e cinematografico a carattere fantascientifico⁴ e tutto questo, oggi, quasi profeticamente, sta diventando realtà. I profili di sviluppo sono molteplici e in continua evoluzione: ne costituiscono un esempio le *driveless car*, così come i progressi registrati in campo medico, che si sono tradotti nell'implementazione di sistemi diagnostici e chirurgici sempre maggiormente accurati.

Si rilevano impieghi di tali strumenti anche in campo processuale e ambientale. L'utilizzo degli algoritmi si è, infatti, indirizzato verso la gestione delle infrastrutture di mobilità e le politiche ambientali.

Il genere umano oggi assiste ad una delega (totale o parziale) di funzioni cognitive, ritenute sinora prerogativa di questi, a meccanismi tecnologici, derivandone una vera e propria rivoluzione. L'AI viene così utilizzata per svolgere attività particolari: fare delle scelte, realizzare previsioni o raccomandazioni e, persino, esprimere giudizi e valutazioni. Peraltro, si tratta di sistemi che interagiscono in modo "biunivoco" sull'ambiente esterno. Si fondano, cioè, su dati raccolti dall'ambiente medesimo e, al contempo, contribuiscono a modificarne i tratti. Risulta, dunque, marginale conoscere in quale esatta misura la tecnologia stia trasformando i tratti culturali, sociali ed economici della nostra era, poiché questi esiti sono connaturati al progresso della tecnica.

Sembra opportuno, però, portare avanti una riflessione sulle conseguenze del fatto che un numero sempre crescente di decisioni, capaci di produrre effetti e incidere giuridicamente nella sfera individuale di ciascun individuo, venga preso da sistemi automatizzati, governati da meccanismi di intelligenza artificiale⁵. Rispetto ad un processo evolutivo così straripante, sono infatti emerse una serie di perplessità. È stata ben presto avvertita l'esigenza di garantire il rispetto del principio di "sostenibilità" o, per meglio dire, di attivare una dovuta "precauzione costituzionale"⁶. Si auspica, cioè, che vengano mantenute inalterate nel tempo le condizioni base della vita umana e della natura, anche a tutela delle generazioni future. È ormai da considerarsi pacifico, infatti, che le decisioni tecnologicamente assistite sono, in molti casi, anche costituzionalmente rilevanti perché capaci di intaccare i diritti e le libertà della persona⁷. Il nodo cruciale è dunque la tenuta del principio costituzionale di tutela dei diritti, in particolare il diritto alla salute e ad un ambiente salubre⁸, anche nell'interesse delle future generazioni,

⁴ Tra i tanti, si pensi a prodotti cinematografici quali *Blade Runner*, *Matrix*, *Her*.

⁵ Sul punto vedi A. SIMONCINI, *Il linguaggio dell'intelligenza artificiale e la tutela costituzionale dei diritti*, in [Rivista AIC](#), n. 2/2023, 8 ss.

⁶ *Ibidem*, 23.

⁷ *Ibidem*, 34.

⁸ Riconducibili agli artt. 9 e 32 della Costituzione italiana.



dinnanzi a meccanismi o, per meglio dire, ad algoritmi che sembrano, oggi, non tenere conto di tali inevitabili interconnessioni.

Il principio di precauzione ambientale viene fortemente tenuto in considerazione in ambito sovranazionale ed europeo. Si rammenti, ad esempio, la risoluzione dell'Assemblea generale del 25 settembre 2015 che ha approvato l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile⁹. Adotta la stessa impostazione la Carta della Terra¹⁰, documento all'interno del quale viene sancita la fede nell'intrinseca dignità di tutti gli esseri viventi¹¹ e, soprattutto, il concetto di prevenzione dei danni ambientali¹², con l'auspicio, al contempo, che le comunità garantiscano i diritti umani, le libertà fondamentali e l'uguaglianza sostanziale ad ogni livello¹³.

Sul fronte europeo, la definizione di ambiente ha subito un'evoluzione parallela a quella del diritto internazionale¹⁴. Il 1987 viene annunciato come "Anno europeo dell'ambiente": infatti costituirà un momento cruciale di presa di coscienza nei confronti dei problemi ambientali a livello comunitario¹⁵.

⁹ [Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile](#), v. in particolare, Punto 10: «La nuova Agenda è stata creata seguendo obiettivi e principi della Carta delle Nazioni Unite, compreso il totale rispetto del diritto internazionale. È fondata sulla Dichiarazione Universale dei Diritti Umani, sui trattati internazionali sui diritti umani, la Dichiarazione del Millennio e i risultati del Vertice Mondiale del 2005. È aggiornata secondo altri strumenti come la Dichiarazione del Diritto allo Sviluppo.»

¹⁰ La [Carta della Terra](#) è una dichiarazione di principi etici fondamentali per la costruzione di una società globale giusta, sostenibile e pacifica nel Ventunesimo secolo. È il prodotto di un dialogo decennale, mondiale, interculturale su obiettivi e valori comuni. Il progetto della Carta della Terra iniziò nell'ambito delle Nazioni Unite, ma venne portato avanti e completato da un'iniziativa della società civile. Venne finalizzata e lanciata come "Carta" nel 2000 dalla Commissione, un organismo internazionale interdipendente.

¹¹ *Ibidem*, Punto 1, lettera b.

¹² *Ibidem*, Punto 2, lettera a.

¹³ *Ibidem*, Punto 3, lettera a.

¹⁴ Con il Trattato di Maastricht sull'Unione Europea del 1993, si attribuisce all'azione in materia ambientale il rango di vera e propria politica dell'Unione Europea e alcuni dei punti affermati all'interno dell'Atto Unico Europeo assurgono a principi cardine contenuti nella prima parte del Trattato. Le disposizioni in materia ambientale vengono poi trasferite nel Titolo XVI, al quale viene aggiunto un altro principio fondamentale: quello di precauzione. Il Trattato di Amsterdam inserisce il tema ambientale tra gli obiettivi politici dell'Unione, menzionandolo esplicitamente all'art. 3. Si introduce, inoltre, l'art. 6 che contempla l'integrazione delle esigenze ambientali nella definizione e nell'attuazione delle politiche e azioni comunitarie, riprendendo quanto prima veniva disposto dall'art. 130R. La Carta dei Diritti Fondamentali, invece, all'art. 37, specifica che «un livello elevato di tutela dell'ambiente e il miglioramento della sua qualità devono essere integrati nelle politiche dell'Unione e garantiti conformemente al principio dello sviluppo sostenibile». In sostanza, si ribadiscono ed elevano principi che già erano stati enunciati all'interno del Trattato. Attraverso l'inserimento nella Carta suddetta, tali principi acquisiscono una maggiore pregnanza politica e culturale e divengono guida e strumento di interpretazione di altre norme e valori che si stagliano nel contesto comunitario. Una definitiva centralità del tema in oggetto viene sancita con le riforme introdotte a Lisbona nel dicembre 2007 ed entrate in vigore dal dicembre 2009.

¹⁵ Viene varato il [Quarto programma di azione in materia ambientale](#) (1987-1992) e le suddette competenze entrano nel Trattato di Roma con l'Atto Unico Europeo che aggiunge un nuovo Titolo VII dedicato all'ambiente,



L'ampiezza e la puntualizzazione degli obiettivi in materia è stata irrobustita di recente, con la Comunicazione della Commissione a proposito del Green Deal Europeo¹⁶, quella relativa alla Biodiversità per il 2030¹⁷, nonché nel recente Programma di azione approvato dal Consiglio Europeo nell'aprile 2022¹⁸, sulla scorta del forte impegno assunto dall'Unione Europea nell'attuazione dell'Accordo di Parigi sul clima¹⁹. È grazie a questi documenti e alle normative nate di conseguenza che si sono poste delle basi nuove per affrontare la cd. "transizione ecologica". Con tale espressione si intende l'obiettivo di proteggere, conservare e migliorare il patrimonio naturale e salvaguardare la salute delle generazioni future dai disastri climatici e ambientali²⁰.

Tutto ciò si rivela perfettamente sintonico con i parametri della Costituzione italiana in tema di ambiente. Grazie alla novella costituzionale intervenuta nel 2022²¹, infatti, è stato aggiunto un nuovo comma all'art. 9 che oggi recita: «*La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione. Tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni. La legge dello Stato disciplina i modi e le forme di tutela degli animali.*».

La nuova formula costituzionale, in linea con gli orientamenti europei e sovranazionali in fatto di ambiente e sostenibilità, consegna, nei suoi tratti essenziali, una visione di notevole lungimiranza: il "principio-valore" ambiente, così come cristallizzato nel Testo fondamentale, al fine di essere riconosciuto e implementato, deve necessariamente temperarsi con i diversi interessi dell'economia e dello sviluppo sociale, al fine di portare a compimento il "pieno sviluppo della persona umana", disposto nell'art. 3, secondo comma, della Costituzione²².

La valenza prescrittiva di tali affermazioni e, soprattutto, il primato del principio di sostenibilità sembra potersi derivare non tanto dall'intervento di revisione costituzionale in sé,

costituito da tre articoli: 130R, 130S e 130T. In particolare, è l'art. 130R che assegna il compito al diritto comunitario di «*preservare proteggere e migliorare la qualità dell'ambiente*», focalizzandosi, dunque, sulla salute delle persone e cercando di ammonire la comunità all'uso prudente e razionale delle risorse naturali.

¹⁶ [Il Green Deal europeo](#). Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, n. 640 dell'11.12.2019.

¹⁷ [EU Biodiversity Strategy for 2030](#) Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al comitato delle regioni, Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030, n.380 del 20.05.2020.

¹⁸ [Programma generale di azione dell'Unione per l'ambiente fino al 2030](#). VIII Programma di azione per il 2030 – adottato con decisione vincolante il 6 aprile 2022.

¹⁹ V. l'Accordo di Parigi sul clima, 2015.

²⁰ A proposito di transizione ecologica si veda S. ANTONIAZZI, *Transizione ecologica ed economia circolare*, in [federalismi.it](#), n. 23/2023, 56 ss.

²¹ Legge cost. 11 febbraio 2022, n. 1.

²² M. CECCHETTI, *Emergenze e tutela dell'ambiente: dalla straordinarietà delle situazioni di fatto, alla ordinarietà di un diritto radicalmente nuovo*, in [federalismi.it](#), n. 17/2024, 11.



quanto dal fatto che queste costituiscono delle premesse “ontologiche” e coesenziali del tempo presente e futuro.

La tutela dell’ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi, oggi, esce dal limitato perimetro in cui era stata fino a questo momento rinchiusa, allargando i suoi confini e calibrandosi efficacemente con le incombenti minacce di sopravvivenza dell’intera umanità.

La preservazione del bene ambiente si lega in modo inscindibile e chiaro alla tutela della vita stessa, sulla scorta del principio “*simul stabunt, simul cadent*”²³.

Viene in rilievo, quindi, anche l’art. 2 della Carta costituzionale, che fa riferimento a quel novero di doveri inderogabili demandati allo Stato, tra i quali si scorge la tutela della vita dei singoli, intesa come diritto inviolabile dell’uomo. Il fenomeno della transizione ecologica, dunque, deve essere accompagnato da puntuali politiche pubbliche volte ad arginare gli sconfinamenti delle acquisizioni e dei saperi tecnico scientifici. È necessario un temperamento tra l’esigenza di sviluppo economico e sociale, il rispetto dell’uguaglianza sostanziale e la protezione ambientale, anche nella prospettiva -diacronica- della sopravvivenza delle future progenie. L’urgenza, non più differibile, di transitare nella dimensione ecologica è ancor più avvertita dinnanzi all’imponenza rivoluzionaria di alcuni strumenti, quali l’intelligenza artificiale, i cui limiti si ravvisano proprio negli elevati costi ambientali.

2. Dilemmi di carattere etico e antropologico

L’espansione smisurata del fenomeno in oggetto ha destato sentimenti di forte preoccupazione a proposito delle conseguenze che possono derivarne, pur persistendo una convinzione di fondo circa le tante opportunità positive.

In epoche risalenti, il concetto di tecnica è stato studiato a lungo. Questo tema ha suscitato la curiosità di molti grandi filosofi, dagli antichi greci ai nostri giorni. Platone, Tommaso d’Aquino, fino ad arrivare a Kant, Shopenhauer, Nietzsche, Bergson: tutti convergono verso l’assunto che la tecnica, da mezzo, è diventata il fine. In tempi più recenti, come Umberto Galimberti osserva acutamente nei suoi scritti, sebbene si continui a pensare la tecnica come uno strumento a disposizione dell’uomo, è vero anche l’inverso: è, cioè, la tecnica stessa a pensarci. I concetti di individuo, libertà, verità, natura ed etica, oggi, nell’età della tecnica, devono essere riconsiderati, ripensati alla radice. Per tecnica si intende sia l’universo dei mezzi che nel loro insieme ne compongono l’intero apparato, sia la razionalità che presiede al loro impiego in termini di funzionalità ed efficienza e nasce per porre rimedio all’insufficienza

²³ Sul punto, v. M. MONTEDURO, *Riflessioni sulla “primazia ecologica” nel moto del diritto europeo (anche alla luce della riforma costituzionale italiana in materia ambientale)*, in AA.VV., *La riforma costituzionale in materia di tutela dell’ambiente*, Napoli, 2022, 221 ss.



“biologica” dell’essere umano. Sempre Galimberti, a proposito della tecnica, afferma che questa «*decide il modo di percepire, di sentire, di pensare e di progettare dell’uomo*» «*...dispone della natura come suo fondo e dell’uomo come suo funzionario*» e ancora, nel suo pensiero, «*ci troviamo in un passaggio epocale, in cui si tratta di scoprire cosa l’uomo diventa nell’orizzonte della sperimentabilità illimitata e della manipolabilità infinita dischiuso dalla tecnica*²⁴».

Alcuni aspetti di tale questione, di certo non pochi, spalancano interrogativi etici ed antropologici: sembra, infatti, che l’evoluzione di queste tecnologie stia incarnando un vero e proprio cambio di paradigma²⁵. L’aspetto veramente rivoluzionario di questo stravolgimento sarebbe costituito dal sorgere di una nuova idea (e una nuova esperienza) dell’umanità²⁶.

È stato brillantemente messo in luce da alcuni studiosi, inoltre, che l’AI non è un fenomeno contingente e contingentato: si tratta di una novità che modifica i tratti dell’esperienza umana e con la quale si dovrà imparare a misurarsi nel tempo²⁷. È in atto un processo di ibridazione e sovrapposizione che vede come protagonisti il mondo naturale e quello artificiale²⁸.

La natura viene messa in discussione a causa della capacità di conformazione e di manipolazione della tecnica²⁹. Gli scenari aperti dall’intelligenza artificiale potranno dunque essere letti tanto in un’accezione positiva, cioè in termini di *chances* ed opportunità, che in termini di rischio e possibili minacce. Avendo ormai compreso che, inevitabilmente, dei benefici dell’intelligenza artificiale non si potrà più fare a meno, sembra doversi trovare un modo per continuare ad utilizzarla e implementarla, riducendo al minimo i rischi e le criticità connaturate all’utilizzo della stessa.

²⁴ U. GALIMBERTI, *Psiche e Techne. L’uomo nell’età della tecnica*, Milano, 1999, 345 ss.

²⁵ Vedi A. PUNZI, *L’ordine giuridico delle macchine. La Mettrie Helvetius d’Holbach. L’uomo-macchina verso l’intelligenza collettiva*, Torino, 2003, 18.

²⁶ V. V. ZENO-ZENCOVICH, *Big data e epistemologia giuridica*, in S. Faro, T.E. Frosini, G. Peruginelli (curr.), *Dati e algoritmi. Diritto e diritti nella società digitale*, Bologna, 2020, 13, secondo cui «*la questione è se questo scenario tecnologico relativamente recente che sta crescendo ad un ritmo impressionante e che, apparentemente, non può essere fermato, cambia i tradizionali modelli epistemologici del giurista, ovvero il modo in cui comprende il mondo e offre strumenti giuridici per il suo miglior funzionamento.*»

²⁷ L. ALEXANDRE, *La guerra delle intelligenze. Intelligenza artificiale contro intelligenza umana*, Torino, 2018, 295. Secondo l’Autore «*l’IA ormai non è più un’opzione disattivabile, un interruttore che avremo ancora la possibilità di spegnere. È diventata indispensabile.*»

²⁸ Particolarmente profonda appare la riflessione di N. IRTI in *L’uso giuridico della natura*, Milano, 2013, 3 ss., in cui afferma che «*l’artificialità si allarga anche alla natura, vista non più come naturale, data da sempre e per sempre, contrapposto all’effimero e precario “artificiale”, ma conformata, anch’essa dall’uomo che, indagandola con propri occhi e strumenti di osservazione, incontra dovunque se stesso. Neppure la natura può sottrarsi all’umanità, ossia al volere e al pensiero che le imprimono forma e la fanno la “nostra natura” (...). Allora, se umanesimo e tecnica si vogliono in antitesi, non sarà più opposizione tra umano e non umano, ma all’interno stesso dell’umano.*»

²⁹ A. D’ALLOIA, *Il diritto verso “il mondo nuovo”*, Cit. 17.



Infatti, il perfezionamento degli algoritmi costituirà uno dei pilastri dello sviluppo economico mondiale in questo secolo: è in atto nuova rivoluzione industriale che per vastità non è paragonabile alle precedenti e che ha tutta l'aria di un cambiamento radicale nel modello stesso di sviluppo³⁰. Ne deriva un'ambiziosa sfida per le nuove generazioni: fare in modo che questa imponente evoluzione tecnologica ed economica possa non ledere i principi di tutela della dignità, sicurezza umana e dei diritti fondamentali. La rivoluzione dell'Intelligenza Artificiale necessita, dunque, di essere accompagnata da un pensiero costituzionalmente orientato.

3. "Educare" gli algoritmi

Il fenomeno dell'iper-intelligenza delinea i tratti di una nuova era tecnologica che modifica il tessuto sociale sotto diversi aspetti. Ne vengono stravolti non solo la società, ma anche i settori economico e culturale. Le potenzialità di questi sistemi, infatti, sono vastissime e molte di queste risultano ancora inesplorate. Vi è, comunque, una solida certezza sul potere che questo fenomeno avrà nel dirigere ed indirizzare scelte anche di notevole impatto sociale. Il cambio di paradigma in atto impone una riflessione: questa tecnologia, che riproduce l'intelligenza dell'uomo, può considerarsi come uno strumento di cui l'uomo può servirsi ovvero, viceversa, egli ne risulta totalmente asservito³¹? Benché, come si è detto, le conseguenze dell'applicazione degli algoritmi investano moltissimi campi, appare doveroso, in un momento storico come quello attuale, concentrarsi sugli effetti di tipo ambientale derivanti da un uso massiccio di queste tecnologie.

Nel 1978, all'interno del Rapporto Brundtland³², che formulava delle linee guida per lo sviluppo sostenibile ancora oggi valide, si parlava della ricerca di un equilibrio tra ambiente, società ed economia: venivano designati, in tale occasione, i pilastri della sostenibilità.

Di questi pilastri si è continuato a parlare fino a giungere all'Agenda 2030 delle Nazioni Unite, un programma d'azione approvato dall'Assemblea Generale dell'ONU, che ha come scopo il raggiungimento di alcuni traguardi in ambito ambientale, economico, sociale e istituzionale entro il 2030. Vi figurano, infatti, 17 obiettivi di sviluppo sostenibile, cd. "*Sustainable Development Goals*", interdipendenti tra loro, che possiedono una validità globale e riguardano e coinvolgono tutti i Paesi e gli Attori sociali, dalle imprese private al settore pubblico. Tra gli obiettivi di sviluppo sostenibile non è avulso il campo dell'intelligenza artificiale. Ciò si evince a chiare lettere dalle linee guida tracciate dall'Unione Europea nel *White*

³⁰ Sul punto, v. R. ANGELINI, *Intelligenza artificiale e governance. Alcune riflessioni di sistema*, in [Astrid](#), n. 14/2017, 10.

³¹ A. PIROZZOLI, [Intelligenza artificiale, sviluppo sostenibile e ambiente](#), in questa [Rivista](#), 2024/I, 109.

³² Una linea guida per lo sviluppo sostenibile ancora oggi valida, v. il [Rapporto Brundtland](#).



*Paper on Artificial Intelligence: a European approach to excellence and trust*³³. L'Italia, a tal riguardo, è intervenuta con la "Strategia nazionale per l'intelligenza artificiale" in cui l'investimento di 2,5 miliardi di euro prospettato dal MISE per il quinquennio 2021-2025 si riferisce al finanziamento volto all'implementazione delle tecnologie di AI, al fine di conseguire il pieno conseguimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile contemplati dall'Agenda 2030. Si legge infatti che l'Intelligenza Artificiale dev'essere posta al servizio delle persone, deve garantire una supervisione umana e prevenire i pericoli nell'inasprimento degli squilibri sociali e territoriali che possono derivare da un utilizzo non appropriato di quest'ultima.

La progettazione dell'AI deve rispettare i requisiti di affidabilità e trasparenza, in questo modo, potrà essere accettata e adottata in qualsivoglia ambito produttivo. Dovrà, inoltre, essere capace di rispondere alle sfide del nostro Paese poiché dotata di adeguata robustezza. L'iper-intelligenza, peraltro, dovrà essere foriera di benessere e crescita per ogni individuo, in linea con il precetto contenuto all'interno dell'art. 3 della Costituzione italiana³⁴. Sin dalla sua prima apparizione, il fenomeno dell'intelligenza artificiale ha suscitato alcuni timori, alcuni dei quali riguardavano, in particolare, la possibile creazione, nel lungo termine, di personal computer in grado di replicare le complesse reti neurali dell'essere umano³⁵. Negli ultimi tempi, tuttavia, alle preoccupazioni di chi immagina si possa giungere alla creazione di una coscienza artificiale all'interno di un'intelligenza non umana, si è affiancato il timore di coloro i quali si soffermano sugli impatti ambientali dell'utilizzo massivo di energia per il funzionamento di queste nuove macchine ultra-intelligenti³⁶. Si scorge, infatti, una sorta di duplice valenza dell'IA, in quanto, se da un lato appaiono chiare le innumerevoli conseguenze vantaggiose che possono derivare dal suo utilizzo in tema di ambiente; d'altro canto, deve rammentarsi l'inevitabile prezzo da pagare per la biosfera, poiché per l'elaborazione di una tale mole di dati è necessario un elevato impiego di energia.

Viene in risalto il delicato problema della regolamentazione dell'intelligenza artificiale, che deve assicurare e prevenire la gestione dei rischi connessi. Si è parlato, a tal proposito, di "uso etico dell'intelligenza artificiale"³⁷ che comporta un temperamento tra le esigenze di sviluppo della tecnica e il rispetto dei diritti fondamentali.

³³ Per un approfondimento, v. [Libro bianco sull'intelligenza artificiale. Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia](#). Commissione Europea (COM/2020/65), 19 febbraio 2020.

³⁴ Si tratta delle indicazioni contenute all'interno della [Strategia nazionale per l'intelligenza artificiale](#) del Ministero dello Sviluppo Economico del settembre 2020.

³⁵ Per un approfondimento, v. G. TADDEI ELMI, S. MARCHIAFAVA, *Sviluppi recenti in tema di I.A. e diritto. Una rassegna di legislazione, giurisprudenza e dottrina*, in [Rivista italiana di informatica e diritto - Osservatorio su intelligenza artificiale e diritto](#), n. 2/2024, 704 ss.

³⁶ A tal proposito, v. L. FLORIDI, *Etica dell'intelligenza artificiale. Sviluppi, opportunità, sfide.*, 2022, Milano, 297 ss.

³⁷ F. FERRETTI, *Spreco alimentare e sostenibilità ambientale: i profili giuridici del ruolo dell'AI*, in [European Journal of Privacy Law and Technologies - Special Issue](#), 2023, 134.



Questo è quanto emerge dalla Comunicazione della Commissione intitolata “Creare fiducia nell’intelligenza artificiale antropocentrica” nonché del documento denominato “Orientamenti etici per una IA affidabile”, la cui emanazione risale all’8 aprile 2019³⁸. All’interno di questo documento si legge che il grado di affidabilità dell’intelligenza artificiale è correlato a tre requisiti: la legalità, intesa come rispetto delle leggi e dei regolamenti applicabili; l’eticità, che si traduce nel perseguimento di valori e principi di carattere etico; la robustezza, intesa come adeguamento a precisi parametri di carattere tecnico e sociale.

I tre pilastri sopra menzionati sono poi confluiti nell’identificazione di ulteriori indici di affidabilità. Tra questi, si considerino il rispetto della trasparenza, della riservatezza e della governance dei dati, del principio di non discriminazione e di equità e del perseguimento del benessere sociale e ambientale. L’osservanza di tali requisiti non è di poco momento, giacché ciò potrà servire a corroborare diversi aspetti. Non si tratta soltanto di salvaguardare l’ambiente, ma anche di assumere comportamenti ambientali sostenibili e di creare un equilibrio nella corretta allocazione delle risorse naturali.

A tal proposito, secondo quanto si legge nel punto n. 84 degli Orientamenti etici per una IA affidabile, una soluzione orientata a questo scopo potrebbe essere quella di “educare” l’intelligenza artificiale al rispetto dell’ambiente. Si deve cioè mettere in atto un vero e proprio addestramento che converga nella scelta delle azioni con impatto ambientale minore e che garantisca una soddisfacente compatibilità ambientale³⁹.

4. I rischi sottesi ad un’intelligenza artificiale “energivora”

Nonostante i moniti e le raccomandazioni volte ad indirizzare gli algoritmi verso l’assunzione di comportamenti ecologicamente orientati, permangono diversi quesiti che ancora oggi interrogano gli studiosi circa i risvolti ad ampio spettro di questa rivoluzione tecnologica. Qualcuno, infatti, le ha addirittura considerate come tecnologie pericolose per

³⁸ [Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, Al Consiglio, Al Comitato Economico e sociale europeo e al comitato delle regioni creare fiducia nell’intelligenza artificiale antropocentrica](#), COM/2019/168 final; Commissione europea, Direzione generale delle Reti di comunicazione, dei contenuti e delle tecnologie, [Orientamenti etici per un’IA affidabile](#), 2019.

³⁹ [Orientamenti etici per una IA affidabile, Punto 84](#) “IA sostenibile e rispettosa dell’ambiente”: “Sebbene il contributo dei sistemi di IA alla soluzione di alcuni dei problemi sociali più preoccupanti sia promettente, si deve garantire che ciò avvenga il più possibile nel rispetto dell’ambiente. Il processo di sviluppo, distribuzione e utilizzo del sistema, così come l’intera catena di approvvigionamento, dovrebbero essere valutati secondo questa prospettiva, ad esempio tramite un esame critico dell’uso delle risorse e del consumo energetico durante la fase di addestramento, scegliendo le opzioni meno dannose e incoraggiando le misure che garantiscano la compatibilità ambientale dell’intera catena di approvvigionamento del sistema di IA.”



l'intera umanità⁴⁰. Il pericolo risiede nel fatto che, come si è detto, l'AI non è guidata da principi etici che possano arginarne le conseguenze. Pertanto, la rivoluzione che si è innescata può condurre ad esiti del tutto inaspettati.

Le perplessità si legano anche al consumo energetico e allo sfruttamento di risorse che il funzionamento di tali algoritmi richiede. In un contesto siffatto, si staglia il bisogno di elaborare una riflessione collettiva che consenta di mettere a punto delle azioni specifiche che possano concretamente indirizzare l'Intelligenza artificiale verso uno sviluppo responsabile e sostenibile. Così facendo, infatti, si potrà avviare un percorso di implementazione responsabile, che riesca a minimizzare i rischi e massimizzare i benefici per l'intera umanità.

Si pensi, ad esempio, alle GPU, considerate elementi fondamentali dell'accelerazione computazionale. Per far muovere delle infrastrutture informatiche di siffatte dimensioni, è richiesto un altissimo consumo di energia, registrandosi, di conseguenza, un impiego notevole di risorse ambientali e monetarie. Vi è da dire, però, che non si hanno dati certi con riferimento ai consumi, poiché le società leader dell'Intelligenza Artificiale hanno dimostrato qualche rigidità nel fornire numeri precisi. Altrettanto chiara risulta l'assenza di precise informazioni circa i reali fabbisogni di energia e di risorse strategiche come acqua e materiali rari, che saranno necessarie per sviluppare i nuovi sistemi di GenAI. Ciò si pone in netta contrapposizione con i principi enunciati in uno dei Report più importanti sul tema⁴¹, utilizzato per l'implementazione degli algoritmi LLMs⁴², a proposito dei quali veniva utilizzato il modello "Foundation models".

Si tratta di uno scritto che enuncia sistematicamente i principi basilari per la verifica degli effetti potenzialmente negativi. Il Report si sofferma sulla necessità di indicare con trasparenza tutte le possibili conseguenze ecologiche e ambientali negative. Tuttavia, non sembra che le raccomandazioni che si evincono da tale documento siano state prese in adeguata considerazione dalle Big Tech. Ciò che suscita non poche titubanze è, inoltre, l'utilizzo di microchip tradizionali e nuovi, i quali richiedono grandi quantità di acqua per riuscire ad arginare l'innalzamento delle temperature dei server. Si fa riferimento, a tal proposito, ad uno studio che si è occupato di dimostrare che per l'addestramento di OpenAI GPT-3 è stato necessario l'utilizzo di 700.000 litri di acqua⁴³. Tuttavia, l'informazione è stata secretata e nel

⁴⁰ «... presto l'umanità si ritroverà ad imboccare un sentiero molto pericoloso, poiché l'IA sta cambiando il pensiero, la conoscenza, la percezione, la realtà e, di conseguenza, il corso della storia», in H. A. KISSINGER, E. SCHMIDT, D. HUTTENLOCHE, *L'era dell'intelligenza artificiale. Il futuro dell'identità umana*, Milano, 2023, 30.

⁴¹ R. BOMMASANI ET AL., *On the Opportunity and Risks of Foundation Models*, Center for Research on Foundation Models (CRFM), Stanford, 2021.

⁴² A tal proposito v. M. HEIKKILA, *Il costo ambientale delle Intelligenze Artificiali*, in [MIT Technology Review](#), 2022.

⁴³ A tal proposito, v. P. VERMA, S. TAN, *A bottle of water per email: the hidden environmental costs of using AI Chatbots* in [The Washington Post](#), 2004; v. anche M. MARTORANA, G. NUTINI, *L'intelligenza artificiale e il suo impatto ambientale. Un'analisi del consumo di acqua, energia ed emissioni di CO2 di ChatGPT*, in [Altalex](#), 18.10.2024.



2027 la domanda globale di acqua dall'AI risulterà superiore alla metà del fabbisogno dell'intero Regno Unito⁴⁴.

Ma vi è di più, in quanto il Rapporto ambientale di Microsoft, che si riferisce al biennio 2021-2022, ha messo in luce che il consumo di acqua è aumentato del 34% in relazione all'implementazione dell'intelligenza artificiale generativa e alla partnership con OpenAi⁴⁵. Ciò è stato rilevato in alcune città dell'Iowa come West Des Moines, in cui il clima piuttosto rigido consente un minor consumo energetico in relazione al raffreddamento delle imponenti infrastrutture informatiche e delle attrezzature utilizzate per addestrare i sistemi di software⁴⁶. Risulta comprensibile, dunque, la preoccupazione per quelle città in cui vengono localizzati i server, nelle quali si registra un utilizzo notevole di quantità di acqua. Sembrerebbe, dunque, che i sistemi di AI già esistenti, nonché quelli da implementare, abbiano i caratteri di strumenti di distruzione di massa o possano essere in grado di comportare dei rischi catastrofici.

Non sembra un'ipotesi remota quella secondo la quale le intelligenze artificiali potrebbero virare su comportamenti non allineati agli obiettivi originariamente pensati dagli sviluppatori, cagionando degli esiti catastrofici.

Si potrebbe, cioè, verificare il paradosso di sviluppare degli strumenti al contempo in grado di contribuire a grandi benefici per l'umanità e condurre a derive disastrose e incontrollabili.

Il College of Information and Computer Sciences University of Massachusetts Amherst ha stimato l'impiego di anidride carbonica che serve per far comprendere ed elaborare il linguaggio neurale agli algoritmi di intelligenza artificiale, pari a 284 tonnellate.

Per dare un'idea del consumo, si tratterebbe della stessa quantità di anidride carbonica impiegata da cinque automobili nella loro intera esistenza⁴⁷. Basterebbe questo dato per sensibilizzare le coscienze a proposito del considerevole impatto ambientale prodotto dal fenomeno AI. Tuttavia, si aggiunge la presenza dei *data center*, maestose opere ingegneristiche che rappresentano oggi la linfa vitale per l'AI. Si tratta di "giganti digitali", che consentono l'elaborazione dei dati di cui il sistema si serve e che, dunque, producono quantità ingenti di energia. È necessario, però, che queste imponenti infrastrutture vengano mantenute a temperature non troppo elevate, grazie a collaudati sistemi di raffreddamento.

⁴⁴ Lo studio a cui si fa riferimento è stato condotto da P. LI ET AL., *Making AI Less "Thirsty": Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models*, in [arxiv](#), 6 Apr 2023 (v1).

⁴⁵ Cfr. M. NAKAGAWA, B. SMITH, *2022 Environmental Sustainability Report. Enabling sustainability for our company, our customers, and the world* in [Official Microsoft Blog](#), 10 maggio 2023

⁴⁶ M. O'BRIEN, H. FINGERHUT, *Artificial intelligence technology behind ChatGPT was built in IOWA – with a lot of water*, 2023, in [AP](#), 9 settembre 2023

⁴⁷ V. gli studi condotti da E. STRUBELL, A. GANESH, A. MCCALLUM, *Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP*, in *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, in [ACL Anthology](#), luglio 2019, 3645 ss.



Ebbene, gli esperti considerano che entro il 2030 i *data center* giungeranno al consumo del 7% del budget di energia a livello mondiale⁴⁸. Sembrerebbe, dunque, molto lontano l'obiettivo della riduzione, entro il 2030, delle emissioni nette di gas serra⁴⁹. Altrettanto lontano sembrerebbe il raggiungimento del cosiddetto Net Zero per il 2050⁵⁰. Potrebbero esservi, tuttavia, alcune soluzioni. Tra queste, vi è l'ascesa degli Hyperscale data centers, cioè impianti di grandi dimensioni che possiedono infrastrutture di rete ottimizzate e che sono stati pensati per gestire carichi di lavoro imponenti. Sono idonei, dunque, ad offrire servizi di alta affidabilità e latenza ridotta⁵¹. È possibile individuare i tre principali attori che offrono servizi basandosi su *Datacenter Hyperscale*: l'impresa che detiene il maggior market share è Amazon Web Services; a seguire vi è Microsoft Azure ed infine Google Cloud Platform. I progressi nell'*hyperscale* e nei nuovi sistemi di raffreddamento utilizzati hanno infatti condotto ad un netto miglioramento del consumo energetico, che, secondo gli studiosi, può arrivare ad essere drasticamente compresso, se non addirittura annullato.

5. Conclusioni: verso il futuro sostenibile di AI

Malgrado le numerose perplessità sopra esposte, non può tuttavia mancare di evidenziarsi quali e quanti siano gli aspetti positivi di questa nuova e dirompente tecnologia.

L'utilizzo dell'intelligenza artificiale si lega strettamente al raggiungimento dei 17 obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG). Tale documento programmatico, come si è detto, è stato messo a punto per promuovere il benessere umano e proteggere l'ambiente, nel perseguimento dello sviluppo globale. Siffatti propositi potranno essere portati a compimento solo attraverso un approccio di impronta olistica, giacché risultano variamente connessi tra loro.

Non è facile identificare le azioni mirate a raggiungerli e, soprattutto, per far ciò, sembra sia necessario un vero e proprio cambio di paradigma. L'implementazione degli algoritmi ha mostrato tutto il suo potenziale nel conseguimento di ogni singolo obiettivo; purtroppo, è doveroso tenere a mente la necessità di un equilibrio tra i singoli traguardi attesi e che un approccio finalistico non debba condurre alla realizzazione di alcuni, a discapito di altri.

⁴⁸ A. PIROZZOLI, [Intelligenza artificiale, sviluppo sostenibile e ambiente](#), cit. 111.

⁴⁹ Nella direzione tracciata dall'Unione Europea nel [Green Deal Europeo](#), così come riconfermata dalla [European Climate Law](#).

⁵⁰ Cioè un'economia con emissioni nette di gas serra pari a zero. Per un approfondimento, v. IEA, [Net Zero by 2025. A roadmap for the Global Energy Sector](#).

⁵¹ P. POWELL, I. SMALLEY, *Cos'è un data center hyperscale?* in [IBM](#), 17 marzo 2024



L'*Institute for Computational Sustainability* (ICS)⁵², fondato nel 2008, è stato pioniere negli studi sulla sensibilità computazionale, concentrandosi nell'ideazione di tecniche che prevedessero l'uso dell'intelligenza artificiale per la risoluzione di molti dei problemi di sostenibilità emergenti. La teoria elaborata dall'ICS intende raggiungere l'ottimizzazione delle nuove tecnologie informatiche, al fine di utilizzarle per raggiungere gli obiettivi di sostenibilità.

Tra il 2018 e il 2020, alcuni studiosi, inoltre, hanno messo in risalto le svariate applicazioni dell'Intelligenza artificiale, utili a raggiungere alcuni SGG⁵³.

Utilizzare l'intelligenza artificiale, ad esempio, potrebbe risultare efficace per la conduzione di indagini sui dati ambientali e per le rilevazioni della qualità dell'aria, delle emissioni dei veicoli, per il consumo di risorse idriche e gli inquinanti atmosferici.

Questi dati, una volta raccolti, possono aiutare nell'identificazione delle fonti di inquinamento e di degrado e ciò si potrebbe tradurre in un aiuto concreto per salvaguardare l'ambiente e le risorse della natura. Gli strumenti in oggetto potrebbero altresì facilitare l'individuazione dell'impatto dell'essere umano sull'ambiente, prendendo a riferimento le attività e le tendenze dell'uomo nel lungo periodo. Questi congegni, infatti, potrebbero rivelarsi più precisi rispetto all'osservazione umana. Attraverso delle accurate previsioni, inoltre, è possibile intervenire e, di conseguenza, neutralizzare gli effetti nefasti. Tutto ciò aiuta a capire meglio l'eziologia dei cambiamenti climatici e rivelarne l'andamento, in modo da poter progettare meccanismi in grado di rispettare l'ecosistema e arginare gli inquinamenti di varia natura⁵⁴.

Un altro settore in cui l'intelligenza artificiale può impattare positivamente è l'energia. Le rilevazioni ottenute grazie all'utilizzo di AI potrebbero favorire l'ottimizzazione dell'utilizzo di risorse energetiche. È possibile, infatti, capire quali siano i modelli di consumo energetici non efficienti e ricorrere ad azioni risolutive. Migliorare l'efficienza energetica significa, infatti,

⁵² L'istituto, guidato da Carla Gomes, è una joint venture che coinvolge scienziati della Cornell University, del Bowdoin College, del Conservation Fund, della Howard University, dell'Oregon State University e del Pacific Northwest National Laboratory.

⁵³ Il 13 gennaio 2020 è stato pubblicato un articolo su *nature communications* dal titolo: "The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals". L'abstract dell'articolo recita: «L'emergere dell'intelligenza artificiale (IA) e il suo impatto sempre più ampio su molti settori richiedono una valutazione del suo effetto sul raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile. Utilizzando un processo di elicitation esperto basato sul consenso, scopriamo che l'IA può consentire il raggiungimento di 134 obiettivi, ma può anche inibire 59 obiettivi. Tuttavia, gli attuali focolai di ricerca trascurano aspetti importanti. Il rapido sviluppo dell'IA deve essere supportato dalle necessarie conoscenze normative e dalla supervisione per le tecnologie basate sull'IA per consentire lo sviluppo sostenibile. In caso di incapacità di farlo, potrebbero verificarsi lacune in termini di trasparenza, sicurezza e standard etici.»: R. VINUESA, H. AZIZPOUR, I. LEITE ET AL., *The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals*, in [nature communications](#), n. 233/2020, 11.

⁵⁴ A proposito di come "capire il cambiamento climatico", v. J. JEBELIE, V. LAM, T. RAZ, *Understanding Climate Change with Statistical Downscaling and Machine Learning*, in [Synthese](#), 2020, 1877 ss.



ridurre gli sprechi, promuovere la pratica del riciclo, ma anche individuare le inefficienze delle fasi produttive e migliorare le catene di approvvigionamento⁵⁵.

In definitiva, dunque, l'intelligenza artificiale può rappresentare una soluzione per la valorizzazione di risorse quali suolo e acqua, potendo, al contempo, contrastare il deterioramento della flora e della fauna. Un apporto decisivo può aversi anche nell'agricoltura, giacché, attraverso gli algoritmi, si possono ad esempio perfezionare le tecniche di irrigazione agricola, rilevare le quantità d'acqua utili ad una crescita ottimale delle colture⁵⁶.

L'impiego di sensori intelligenti può, inoltre, individuare in tempo reale alcuni pericoli come lo sversamento di petrolio, la fuoriuscita di sostanze chimiche e le contaminazioni dell'acqua.

Per quanto riguarda la popolazione animale, sono stati progettati degli strumenti che aiuterebbero a combattere l'estinzione di alcune specie a rischio attraverso soluzioni di monitoraggio costante⁵⁷.

Al fine di ottenere l'attivazione di processi virtuosi è necessario, come si è detto, indirizzare l'intelligenza artificiale a dei principi di carattere etico. Così facendo, si potranno contenere gli eccessi della tecnologia che causano un blocco nei progressi della ricerca.

L'intelligenza artificiale produrrà macchine dotate di una "coscienza" in grado di prendere decisioni ed affrontare, financo, questioni morali. Occorre, tuttavia, affinare questi strumenti, sviluppando una sensibilità di cui gli stessi esseri umani, talvolta, si dimostrano carenti.

È necessario, dunque, riflettere sul futuro sostenibile dell'Intelligenza Artificiale e bisogna farlo adesso. Risulta di importanza fondamentale la diffusione delle informazioni e la conoscenza delle pratiche più sostenibili, nonché una sensibilizzazione circa le implicazioni ambientali dell'AI, mirando ad un obiettivo preciso: la creazione di una cultura di responsabilità condivisa. Sarebbe auspicabile uno sforzo collettivo ed un approccio sistemico e interdisciplinare nel difficile bilanciamento, ormai inevitabile, tra il progresso tecnologico e la responsabilità ambientale, garantendo, in tal modo, l'avanzamento della tecnica, senza compromettere in maniera irreversibile le risorse naturali del pianeta.

⁵⁵ A. PIROZZOLI, [Intelligenza artificiale, sviluppo sostenibile e ambiente](#), cit. 117.

⁵⁶ Sull'argomento, v. L. ANAND, L.N.B. SRINIVAS, G. MARAGATHAM, *Intelligenza artificiale in agricoltura. Un approccio di apprendimento automatico*, Roma, 2022.

⁵⁷ Per un approfondimento, v. il progetto dell'organizzazione *Wild Me* che con la collaborazione dell'Università dell'Illinois, del *Rensselaer Polytechnic Institute* (RPI) e dell'Università di Princeton ha realizzato la piattaforma di [Wildbook](#).