

---

# È possibile un'Intelligenza senza corpo?

## *Verso una possibile sinergia tra autopoiesi e intelligenza artificiale*

---

Pio Alfredo Di Tore<sup>1</sup>

### Sommario

Nella prospettiva neuroscientifica, la comprensione della conoscenza umana è ancorata profondamente al sistema sensomotorio. Il nostro corpo agisce come un ponte essenziale tra noi e il mondo circostante, consentendoci di percepire, agire e interagire con l'ambiente. Il sistema nervoso umano è organizzato in modo da gestire queste interazioni in costante evoluzione, plasmando così la nostra intelligenza. In questo contesto, il corpo rappresenta una parte integrante del processo cognitivo e dell'apprendimento, una via fondamentale attraverso cui costruiamo la nostra conoscenza del mondo. D'altra parte, il campo dell'Intelligenza Artificiale (IA) introduce un paradigma diverso, suggerendo l'idea di un'intelligenza priva di un corpo fisico. In questo contesto, un sistema di IA è concepito come un software capace di elaborare informazioni e prendere decisioni, ma privo di una manifestazione fisica nel mondo. Questa prospettiva solleva questioni fondamentali sulla natura stessa dell'intelligenza e sul suo rapporto con il corpo. Come possiamo concepire un'intelligenza che esista al di fuori dell'incarnazione corporea, quando l'intelligenza umana è così intimamente connessa all'esperienza corporea? In questo saggio, si esamina il rapporto complesso tra intelligenza e corpo, esplorando la possibilità di un'intelligenza senza corpo, ma intrinsecamente intrecciata con l'esperienza corporea e l'interazione con il mondo fisico.

### Parole chiave

Intelligenza Artificiale, Embodied Cognition, Autopoiesi, Paradigma Cognitivo, Corpo.

---

<sup>1</sup> Università degli studi di Cassino e del Lazio Meridionale, pioalfredo.ditore@unicas.it

---

# Can intelligence be bodiless?

## *Towards a potential synergy between autopoiesis and artificial intelligence*

---

Pio Alfredo Di Tore<sup>1</sup>

### Abstract

From the neuroscientific perspective, the understanding of human knowledge is deeply rooted in our sensory-motor system. Our body is an essential bridge between us and the surrounding world, enabling us to perceive, act, and interact with the environment that envelops us. The human nervous system is organised to manage these ever-evolving interactions, thus shaping our intelligence. In this context, the body represents an integral part of the cognitive process and learning, a fundamental pathway through which we construct our knowledge of the world. On the other hand, the field of Artificial Intelligence (AI) introduces a distinct paradigm, suggesting the concept of intelligence devoid of a physical body. In this context, an AI system is conceived as software capable of processing information and making decisions but lacking a physical manifestation in the real world. This perspective raises fundamental questions about the very nature of intelligence and its relationship with the human body. How can we conceive of intelligence outside of corporeal embodiment when human intelligence is so intimately linked to bodily experience? In this essay, we delve into the intricate relationship between intelligence and the body, exploring the possibility of intelligence without a body yet intrinsically interwoven with corporeal experience and interaction with the physical world.

### Keywords

Artificial Intelligence, Embodied Cognition, Autopoiesis, Cognitive Paradigm, Body.

---

<sup>1</sup> Università degli studi di Cassino e del Lazio Meridionale, [pioalfredo.ditore@unicas.it](mailto:pioalfredo.ditore@unicas.it)

## Introduzione

Nella prospettiva neuroscientifica, la comprensione della conoscenza umana è ancorata profondamente nel nostro sistema sensomotorio. Il nostro corpo agisce come un ponte essenziale tra noi e il mondo circostante, consentendoci di percepire, agire e interagire con l'ambiente che ci circonda. Attraverso il nostro corpo, acquisiamo nuove informazioni, esperienze e competenze. Il sistema nervoso umano, con il suo intricato network di neuroni, è organizzato in modo da gestire queste interazioni in costante evoluzione, plasmando così la nostra intelligenza. In questo contesto, il corpo rappresenta una parte integrante del processo cognitivo e dell'apprendimento, una via fondamentale attraverso cui costruiamo la nostra conoscenza del mondo.

D'altra parte, il campo dell'Intelligenza Artificiale (IA) introduce un paradigma diverso, suggerendo l'idea di un'intelligenza priva di un corpo fisico. In questo contesto, un sistema di IA è concepito come un software capace di elaborare informazioni e prendere decisioni, ma privo di una manifestazione fisica nel mondo. Questa prospettiva solleva questioni fondamentali sulla natura stessa dell'intelligenza e sul suo rapporto con il corpo umano. Come possiamo concepire un'intelligenza che esista al di fuori dell'incarnazione corporea, quando l'intelligenza umana è così intimamente connessa all'esperienza corporea? In questo saggio, si esamina il rapporto complesso tra intelligenza e corpo, esplorando la possibilità di un'intelligenza senza corpo, ma intrinsecamente intrecciata con l'esperienza corporea e l'interazione con il mondo fisico.

## Prospettiva Neuroscientifica e Autopoiesi

La prospettiva neuroscientifica offre una comprensione fondamentale di come la conoscenza sia rappresentata e acquisita nel nostro sistema nervoso. Questa prospettiva afferma che il nostro corpo svolge un ruolo cruciale nel processo di apprendimento e nella formazione della conoscenza. Il nostro sistema sensomotorio è il mezzo attraverso il quale interagiamo con il mondo circostante e acquisiamo nuove informazioni. Questa prospettiva è sostenuta da una vasta base di ricerche nel campo delle neuroscienze, che hanno dimostrato come il cervello umano sia strettamente connesso al corpo e all'ambiente.

Humberto Maturana e Francisco Varela hanno sviluppato una teoria rivoluzionaria nota come "autopoiesi" per spiegare l'organizzazione dei sistemi biologici e la formazione della conoscenza. Secondo questa teoria, gli organismi viventi sono sistemi autoproduttori che generano e mantengono costantemente la propria struttura interna. Questa produzione continua di sé stessi avviene attraverso dinamiche interne e interazioni con l'ambiente circostante. In altre parole, il corpo

di un organismo è un sistema attivo che interagisce con l'ambiente, apprende e si adatta costantemente al mondo che lo circonda. L'autopoiesi fornisce un'importante prospettiva per comprendere come la vita e la conoscenza emergano nei sistemi biologici.

Un sistema autopoietico, come definito da Maturana e Varela, possiede tre proprietà chiave. Prima di tutto, è composto da componenti che formano una rete di relazioni reciproche. Queste componenti lavorano insieme per mantenere il sistema e la sua struttura interna. In secondo luogo, le componenti del sistema sono prodotte all'interno del sistema stesso, attraverso le sue dinamiche interne. Ciò significa che il sistema è in grado di produrre e ricostituire le sue parti costantemente. Infine, il sistema è chiuso rispetto alle sue operazioni di produzione e manutenzione, mantenendo la sua struttura interna in uno stato stabile.

Questo approccio offre una nuova visione dell'organizzazione della vita, in quanto mette in evidenza l'importanza dell'interazione continua tra l'organismo e l'ambiente circostante nel processo di apprendimento e adattamento. L'autopoiesi sottolinea che il cervello e il sistema nervoso si sono evoluti per coordinare l'organismo con l'ambiente, creando un'interazione costante tra corpo e mondo. Questa visione pone l'accento sulla situazione dell'organismo nell'ambiente e sulla sua capacità di adattarsi attraverso l'esperienza diretta.

## **Intelligenza Artificiale, Paradigma Cognitivo, Autopoiesi**

Il paradigma cognitivo che ha dominato il campo dell'Intelligenza Artificiale e delle scienze cognitive per decenni è in contrasto con l'approccio dell'autopoiesi. Questo contrasto emerge chiaramente dalle diverse concezioni di conoscenza e intelligenza sostenute dai due paradigmi.

Il paradigma cognitivo si basa sull'elaborazione delle informazioni come fondamento dell'intelligenza. In questa prospettiva, la mente è considerata come un elaboratore di informazioni separato dall'ambiente, dove l'elaborazione dei dati costituisce il fulcro dell'intelligenza (Cherry, 1957). La cognizione è spesso vista come un processo di manipolazione simbolica dei dati, con una distinzione netta tra il soggetto cognitivo e l'oggetto di conoscenza. Questo modello ha portato allo sviluppo di algoritmi di apprendimento automatico, reti neurali artificiali e modelli basati su simboli per replicare l'intelligenza umana.

L'autopoiesi, d'altro canto, sottolinea che la conoscenza e l'intelligenza emergono dall'interazione corporea continua con l'ambiente. Maturana e Varela enfatizzano che il cervello e il sistema nervoso si sono evoluti per coordinare l'organismo con l'ambiente, creando un'interazione costante tra corpo e mondo (Varela, Thompson e Rosch, 1991). Questa visione pone l'accento sulla situa-

zione dell'organismo nell'ambiente e sulla sua capacità di adattarsi attraverso l'esperienza diretta.

Il conflitto tra questi due paradigmi è evidente nella loro divergenza sul ruolo del corpo e dell'interazione corporea nella formazione della conoscenza e dell'intelligenza. Mentre il paradigma cognitivo tende a trascurare l'importanza dell'esperienza corporea diretta, l'autopoiesi lo pone al centro del processo di apprendimento.

## **L'Intelligenza artificiale senza corpo e le sue prospettive**

Nel contesto del conflitto tra l'autopoiesi e il paradigma cognitivo, l'idea di creare intelligenza artificiale senza un corpo fisico assume un ruolo cruciale, poiché rappresenta una sfida rivoluzionaria alle concezioni tradizionali di ciò che costituisce l'intelligenza e come dovrebbe essere implementata nelle macchine.

«L'Intelligenza Artificiale senza corpo» fa riferimento a un approccio in cui gli agenti artificiali non sono dotati di un corpo fisico o di una presenza materiale nel mondo reale. Invece, questi agenti operano attraverso software, algoritmi e sistemi informatici, senza la necessità di un supporto fisico come robot o dispositivi meccanici.

In questa prospettiva, l'IA senza corpo si basa sull'elaborazione dei dati, sull'apprendimento automatico e su algoritmi intelligenti per svolgere compiti e prendere decisioni. Questi agenti possono interagire con il mondo virtuale o con l'ambiente digitale, ma la loro «esistenza» è puramente virtuale. Questa prospettiva apre un vaso di Pandora di domande fondamentali sulla natura dell'intelligenza artificiale e sulle sue applicazioni, gettando luce su questioni che vanno al cuore della nostra comprensione dell'IA e del suo impatto sulla società.

In primo luogo, l'IA senza corpo sfida direttamente l'idea che l'intelligenza debba essere modellata secondo i principi del paradigma cognitivo, che pone l'elaborazione delle informazioni al centro dell'attività intelligente. Invece, sottolinea l'importanza dell'interazione corporea con l'ambiente come fondamentale per l'apprendimento e l'acquisizione di conoscenza. Questo ci costringe a rivalutare l'intero concetto di «intelligenza» e a considerare se debba essere strettamente ancorato all'elaborazione dei dati o se debba abbracciare una visione più ampia che incorpori l'esperienza corporea come parte essenziale del processo cognitivo.

In secondo luogo, l'IA senza corpo solleva domande significative sull'applicazione pratica di queste nuove prospettive. Ad esempio, se l'interazione corporea è veramente cruciale per l'intelligenza, come dovremmo progettare sistemi AI per sfruttare al meglio questa prospettiva? Ciò potrebbe influenzare la progettazione di robotica avanzata, sistemi di apprendimento automatico e simulazioni

virtuali. In che modo tali sistemi dovrebbero interagire con l'ambiente fisico e virtuale per acquisire conoscenza e competenze in modo efficace ed efficiente?

In terzo luogo, il concetto di IA senza corpo ha implicazioni profonde sulla definizione delle interfacce uomo-macchina. Se l'IA non è più limitata a modelli cognitivi simbolici, ma abbraccia un approccio più incorporato, come cambiano le modalità di interazione tra le persone e le macchine? Questo solleva domande sulla progettazione di sistemi interattivi che siano più intuitivi, naturali e centrati sull'utente.

Infine, l'IA senza corpo solleva una serie di interrogativi etici, legali e sociali. Se l'IA può operare senza un corpo fisico, quali sono le responsabilità legali e morali associate a tali agenti? Come dovremmo affrontare le sfide etiche legate all'uso dell'IA in contesti come la guida autonoma, la sanità e la gestione dei dati?

In sintesi, l'idea di creare intelligenza artificiale senza un corpo fisico è una sfida audace al paradigma cognitivo tradizionale e apre nuove prospettive sulla natura dell'intelligenza e sulle sue applicazioni. Questo dibattito continua a plasmare il campo dell'IA e ad alimentare la ricerca su come progettare, implementare ed eticamente gestire l'IA senza corpo. Esploriamo ulteriormente questa idea, considerando diverse prospettive.

- Embodied AI: L'approccio dell'Embodied AI rappresenta un notevole cambiamento nel modo in cui concepiamo l'IA. Questo approccio è basato sulla convinzione che l'interazione corporea con l'ambiente sia essenziale per l'apprendimento e l'intelligenza artificiale (Brooks, 1991). Invece di considerare l'IA come un sistema isolato che elabora dati, l'Embodied AI promuove l'idea che un corpo fisico, o una simulazione di esso, sia necessario per l'acquisizione di conoscenza e l'intelligenza. Rodney A. Brooks ha sottolineato che il corpo svolge un ruolo cruciale nell'orientare l'agente artificiale nel mondo. Attraverso l'interazione fisica con l'ambiente, l'IA può apprendere e adattarsi in modo più efficace. Ad esempio, i robot fisici, come quelli utilizzati nella robotica comportamentale, sono progettati per esplorare e interagire con l'ambiente fisico, imparando attraverso l'esperienza diretta. Questo approccio trova applicazioni in campi come la robotica di servizio, la navigazione autonoma e la percezione ambientale.
- Simulazioni e Ambienti Virtuali: Un'alternativa all'incorporazione corporea diretta è rappresentata dalla creazione di IA all'interno di simulazioni o ambienti virtuali (Steels, 1990). Sebbene questi sistemi non abbiano un corpo fisico nel senso tradizionale, operano in ambienti virtuali che consentono l'interazione e l'apprendimento. Questo approccio è spesso utilizzato nella modellazione computazionale, nei giochi, nelle simulazioni scientifiche e nell'addestramento di agenti artificiali. Luc Steels ha lavorato su agenti artificiali basati su regole che operano all'interno di ambienti virtuali complessi. Questi agenti possono apprendere e sviluppare comportamenti intelligenti attraverso l'interazione

con altri agenti e l'ambiente virtuale. Sebbene questi sistemi siano privi di una forma corporea fisica, sono in grado di dimostrare comportamenti intelligenti, adattandosi e apprendendo dall'ambiente simulato.

- Algoritmi Ibridi: Un'importante prospettiva per affrontare il conflitto tra il paradigma cognitivo e l'incorporazione corporea è rappresentata dagli algoritmi ibridi (Lungarella et al., 2003). Questi algoritmi combinano l'elaborazione dei dati tipica del paradigma cognitivo con elementi di incorporazione corporea. Questo approccio cerca di equilibrare le forze dei due paradigmi, cercando di sfruttare i punti di forza di entrambi. Lungarella et al. hanno sottolineato l'importanza di sviluppare sistemi ibridi che possano combinare l'elaborazione delle informazioni con l'interazione fisica con l'ambiente. Questi sistemi possono essere utilizzati in applicazioni come la robotica avanzata, dove i robot devono elaborare dati complessi ma anche interagire con l'ambiente fisico in modo flessibile.
- Sistemi di Apprendimento Auto-organizzato: Alcuni ricercatori stanno esplorando l'auto-organizzazione come principio guida per la creazione di IA (Lungarella et al., 2003). Questi sistemi sono progettati per adattarsi in modo autonomo all'ambiente, apprendendo dalla loro interazione con esso. L'auto-organizzazione può essere vista come una forma di incorporazione corporea virtuale, in cui l'IA sviluppa comportamenti complessi in risposta all'ambiente.
- L'Intelligenza Collettiva: Un'ulteriore prospettiva affascinante è quella di considerare l'IA come un fenomeno collettivo (Heylighen, 2016). In questo approccio, diversi agenti AI interagiscono tra loro e con l'ambiente per raggiungere risultati intelligenti. Questo richiama l'attenzione sulla natura sociale e distribuita dell'intelligenza, suggerendo che l'interazione tra molteplici entità può portare a risultati intelligenti senza la necessità di un corpo fisico.

## Considerazioni etiche ed epistemologiche

L'idea di intelligenza artificiale senza corpo solleva ulteriori questioni etiche ed epistemologiche che meritano una considerazione più approfondita. Questi aspetti influenzano non solo lo sviluppo tecnologico ma anche la nostra comprensione della conoscenza e dell'intelligenza. L'idea di *embodiment* è associata, infatti, all'etica della responsabilità (Floridi, 2008). Se dovessimo creare IA senza corpo, come gestiremmo la responsabilità etica e legale? Chi sarebbe responsabile delle azioni di un'IA senza un corpo fisico? Questo solleva complessità etiche significative. L'etica dell'IA senza corpo rappresenta un territorio inesplorato che solleva una serie di interrogativi etici e legali cruciali. A differenza dell'IA convenzionale, in cui l'agente artificiale è spesso definito da un hardware fisico ben definito, l'IA senza corpo sfida la tradizionale assegnazione di responsabilità.

Qui, il concetto di «corpo» si estende ben oltre il fisico ed entra nell'ambito delle interazioni e delle conseguenze delle azioni dell'IA. Alcuni dei punti chiave da esaminare sono le seguenti.

- Responsabilità legale e attribuzione della colpa: nella società attuale, la responsabilità legale spesso si basa sulla nozione di un agente fisico che compie un'azione; l'IA senza corpo solleva interrogativi su chi sia effettivamente responsabile delle azioni dell'IA e come attribuire la colpa in caso di comportamenti dannosi o illegali; questo può diventare particolarmente complesso quando l'IA agisce in modo autonomo, senza una supervisione umana diretta.
- Decisioni etiche e morali: L'IA senza corpo può essere coinvolta in decisioni etiche e morali, ad esempio, nelle questioni legate alla guida autonoma; se un'auto autonoma causa un incidente, chi dovrebbe prendere la decisione su chi soccorrere o quale azione intraprendere? Chi stabilisce i principi etici che guidano il comportamento dell'IA senza corpo, e come vengono applicati in situazioni complesse?
- Privacy e sicurezza: L'IA senza corpo potrebbe essere coinvolta nella raccolta e nell'analisi di dati persona. Ciò solleva preoccupazioni sulla privacy e la sicurezza dei dati; come possiamo garantire che le informazioni raccolte e utilizzate dall'IA senza corpo siano trattate in modo etico e conforme alle leggi sulla privacy?
- Conseguenze sociali ed economiche: l'adozione diffusa dell'IA senza corpo potrebbe avere profonde implicazioni sociali ed economiche; ad esempio, l'automatizzazione avanzata potrebbe portare a una sostituzione significativa di posti di lavoro umani, con conseguenze sulla disoccupazione e sull'equità economica. Come gestire questi cambiamenti e quali misure di mitigazione potrebbero essere necessarie?
- Validità Epistemologica: dal punto di vista epistemologico, la prospettiva dell'autopoiesi solleva domande sulla validità della conoscenza generata da IA senza un corpo fisico (Varela, Thompson e Rosch, 1991). Come possiamo garantire che questa conoscenza sia autentica e significativa? La mancanza di esperienze corporee dirette potrebbe influire sulla validità della conoscenza generata da tali sistemi.

L'assenza di un corpo fisico nell'IA senza corpo può sollevare preoccupazioni sulla validità e la significatività della conoscenza prodotta, secondo un ventaglio di differenti prospettive, qui di seguito elencate.

- Esperienze corporee e comprensione: secondo la prospettiva dell'autopoiesi, l'interazione corporea con l'ambiente è fondamentale per la formazione della conoscenza. Senza un corpo fisico, l'IA potrebbe mancare di esperienze dirette e interazioni sensoriali con il mondo. Ciò solleva domande sulla comprensione



delle nozioni astratte, delle relazioni e dei contesti che spesso richiedono una base di esperienze corporee per essere pienamente comprese.

- Bias e contesto culturale: La conoscenza prodotta da IA senza corpo potrebbe riflettere implicitamente i bias e il contesto culturale dei dati da cui apprende. Senza un corpo fisico che possa consentire esperienze dirette in contesti culturali specifici, l'IA potrebbe avere difficoltà a comprendere appieno la diversità umana e a generare conoscenza autentica e non distorta.
- Mancanza di intuizione e comprensione emotiva: L'assenza di esperienze corporee potrebbe influire sulla capacità dell'IA di sviluppare intuizioni e una comprensione emotiva profonda, che spesso è radicata nell'esperienza corporea umana. Ciò solleva domande sulla capacità dell'IA senza corpo di comprendere appieno le emozioni umane e le sfumature dell'interazione sociale.
- Validità scientifica: Nell'ambito scientifico, l'IA senza corpo potrebbe avere difficoltà a condurre esperimenti fisici e a validare i risultati in modo indipendente. Ciò potrebbe influire sulla validità e sulla riproducibilità della ricerca condotta dall'IA.

Per affrontare queste questioni, è essenziale un approccio olistico che coinvolga esperti in etica, filosofia, giurisprudenza e scienze sociali, insieme agli sviluppatori di tecnologie dell'IA. Inoltre, la creazione di linee guida etiche e leggi specifiche per l'IA senza corpo potrebbe diventare un passo cruciale per affrontare le sfide emergenti in questo campo. È importante che le decisioni etiche e normative siano prese in modo ponderato per garantire che l'IA senza corpo sia sviluppata in modo responsabile e che le sue applicazioni siano conformi ai valori umani fondamentali.

In conclusione, la teoria dell'autopoiesi di Maturana e Varela ha avuto un impatto duraturo su diverse discipline, inclusi gli studi sul cervello, le teorie della cognizione e l'educazione. La sua enfasi sull'interazione corporea e sull'esperienza ha portato a un apprezzamento più profondo dell'importanza del corpo nella formazione della conoscenza e dell'intelligenza.

D'altra parte, il paradigma cognitivo ha dimostrato notevoli successi nell'IA, soprattutto nei campi del riconoscimento di immagini, del linguaggio naturale e dei giochi strategici. Tuttavia, il conflitto tra la visione tradizionale basata sull'elaborazione dei dati e la prospettiva dell'autopoiesi solleva domande significative sulla validità e l'autenticità dell'intelligenza artificiale.

L'idea di intelligenza artificiale senza corpo offre una prospettiva intrigante per affrontare questo conflitto. Gli approcci come l'embodied AI, le simulazioni, gli algoritmi ibridi, l'autoorganizzazione e l'IA collettiva cercano di equilibrare le forze dei due paradigmi. Tuttavia, questi approcci sollevano anche nuove sfide etiche ed epistemologiche che richiedono un'attenzione scrupolosa.

Il futuro dell'IA probabilmente vedrà una continua ricerca e sviluppo sia nel paradigma cognitivo che nell'embodied cognition. Questo dialogo tra le diverse prospettive è essenziale per avanzare nella comprensione dell'intelligenza artificiale e della natura dell'intelligenza in generale. La sfida di creare intelligenza artificiale senza un corpo fisico rimane un obiettivo ambizioso e affascinante, destinato a definire il futuro dell'IA.

## Bibliografia

- Brooks R.A. (1991), *Intelligence without reason*. In *Proceedings of the 12th international joint conference on artificial intelligence*, vol. 1, pp. 569-595.
- Cherry C. (1957), *On human communication: A review, a survey, and a criticism*, Cambridge, USA, MIT press.
- Floridi L. (2008), *The method of levels of abstraction*, «Minds and Machines», vol. 18, n. 3, pp. 303-329.
- Heylighen F. (2016), *The science of self-organization and adaptivity*. In *Handbook of research on synthetic emotions and sociable robotics: New applications in affective computing and artificial intelligence*, Hershey, PA, IGI Global, pp. 1-38.
- Lungarella M., Metta G., Pfeifer R. e Sandini G. (2003), *Developmental robotics: A survey*, «Connection Science», vol. 15, n. 4, pp. 151-190.
- Maturana H.R. e Varela F.J. (1980), *Autopoiesis and cognition: The realization of the living*, New York, Springer.
- Steels L. (1990), *The synthetic modeling of language origins*, «Evolution of Communication», vol. 3, n. 1, pp. 1-36.
- Varela F.J., Thompson E. e Rosch, E. (1991), *The embodied mind: Cognitive science and human experience*, Cambridge, USA, MIT press.