

L'articolo di Federico Faggin "Potrà un computer avere coscienza?" verrà pubblicato nel prossimo numero della rivista "I Martedì". Il Direttore della rivista, fr. Giovanni Bertuzzi, vi concede di leggerlo anticipatamente, e sarebbe felice di ricevere eventuali vostri commenti, ma non divulgatelo.

Email di fr. Giovanni Bertuzzi: [bertuzzicsd@gmail.com](mailto:bertuzzicsd@gmail.com).

## **Potrà mai una macchina essere cosciente?**

*Federico Faggin*

Per rispondere succintamente a questa domanda è necessario chiarire subito che cosa si intende per macchina e per coscienza.

Per macchina intendo un sistema deterministico in cui lo stato successivo è interamente derivato dallo stato precedente mediante un algoritmo. Se lo stato successivo fosse invece stabilito da un agente esterno dotato di libero arbitrio, il comportamento della macchina non sarebbe più deterministico e la macchina diventerebbe allora un'appendice dell'agente.

Per coscienza intendo la capacità di avere un'esperienza interiore fatta di sensazioni e sentimenti, quelli che i filosofi chiamano *qualia*<sup>1</sup>. L'auto-coscienza significa che l'agente sa, cioè, è cosciente che l'esperienza che sta avendo è "sua", e quindi può dirigerla. L'esperienza è ciò che dà significato all'esistenza dell'agente.

Per libero arbitrio intendo la capacità di un agente di decidere liberamente lo stato che egli manifesterà. Libero arbitrio vuol dire che non esiste nessun algoritmo che può determinare la scelta dell'agente, nemmeno in linea di principio.

Questo articolo copre una parte degli argomenti trattati nel mio recente libro dal titolo, *Irriducibile: la coscienza, la vita, i computer e la nostra natura*, (Mondadori, 2022).

### **Le differenze fondamentali tra fisica classica e fisica quantistica**

Una moneta classica lanciata in aria che cade su un tavolo ci dà un risultato: testa o croce, che si potrebbe in linea di principio calcolare se si conoscessero tutte le caratteristiche fisiche della moneta, dell'aria circostante, del tavolo e delle forze in gioco. Pertanto, subito dopo il lancio, ma prima che la moneta ci mostri, atterrando, una delle due facce, un calcolatore veloce che avesse tutta l'informazione suddetta potrebbe predire con certezza, cioè con probabilità 1, il risultato. Chi non avesse tale informazione, dopo varie prove, potrebbe arrivare alla conclusione che esiste più o meno la stessa probabilità di ottenere testa o croce, ma che però è impossibile predire quale faccia si manifesterà. Tutto quello che egli può predire è la probabilità di ottenere testa o croce. Per chi possiede un calcolatore potente, invece, la conoscenza dello stato futuro esiste prima della misura.

Possiamo pertanto dire che la probabilità usata nei sistemi fisici classici deterministici si riferisce alla mancanza di conoscenza di ciò che ha probabilità 1 di avvenire. Quindi lo stato futuro a cui si assegna una probabilità è certo ma sconosciuto.

Una "moneta" quantistica ha un comportamento molto diverso da quella classica. Essa può essere rappresentata dallo spin magnetico di un elettrone perché lo spin può puntare in qualsiasi direzione dello spazio, ma quando lo si misura, si riscontrano soltanto due valori, "su" o "giù", lungo la direzione o nella direzione opposta stabilita dal campo magnetico dello strumento. In un tipico

---

<sup>1</sup> *Qualia* descrive quegli aspetti della vita mentale dell'individuo che hanno carattere qualitativo o fenomenico.

esperimento in cui si misura lo spin di elettroni presi a caso, la probabilità di ottenere “su” o “giù” è 0,5, indipendentemente dalla direzione scelta. A prima vista lo spin si comporta come una moneta classica, ma c’è una differenza fondamentale perché la direzione dello spin è inconoscibile in linea di principio prima della misura e la misura stessa ne perturba lo stato per cui la probabilità si riferisce alla mancanza di conoscenza di uno stato che è creato durante il processo di misura. La probabilità quantistica si riferisce quindi ad un indeterminismo irriducibile che permette l’esistenza del libero arbitrio. Per contro, la probabilità classica si riferisce a sistemi deterministici in cui il libero arbitrio è impossibile.

Strano che la moneta classica deterministica sia fatta di particelle che sono indeterministiche! Ci si aspetterebbe semmai il contrario. Ma pensandoci un po’ si capisce che il determinismo può essere un caso speciale di indeterminismo, valido entro certi limiti, mentre l’indeterminismo non può esistere come caso speciale del determinismo!

Un’altra differenza cruciale tra le due fisiche è l’*entanglement* quantistico, una proprietà sconvolgente perché, quando due particelle interagiscono, si creano degli stati congiunti o correlati che si mantengono anche se le particelle sono poi separate da una grande distanza. Per esempio, due elettroni possono avere il loro spin *entangled* in maniera tale che se lo spin di uno viene misurato e risulta “su”, lo spin dell’altro sarà “giù”. Se invece risulta “giù”, l’altro sarà “su”. Questa correlazione è istantanea e indipendente dalla distanza tra le particelle, ma non può essere usata per comunicare a velocità superiore a quella della luce. I sistemi classici non hanno questa proprietà.

### **La nostra vera natura**

La fisica quantistica è quindi compatibile con il libero arbitrio. E il libero arbitrio si riferisce alla capacità di agire. Ma che senso avrebbe il libero arbitrio senza l’auto-coscienza? È l’auto-coscienza che ci permette di dirigere con libero arbitrio la nostra esperienza basandoci sulla conoscenza diretta delle nostre intenzioni e la comprensione delle situazioni in cui ci troviamo. Chiamo “agentività” la capacità di agire con libero arbitrio e “identità” il senso di sé prodotto dall’auto-coscienza, e faccio notare che una parte essenziale dell’agentività è la capacità di decidere il significato da comunicare con simboli condivisibili e decidere anche quali simboli osservare e tradurre in significato privato.

Coscienza, identità e agentività sono proprietà interdipendenti che definiscono un ente speciale che chiamo *seity*, un sè come lo siamo noi.

Si noti però che i simboli da soli non possono creare comprensione a meno che il loro significato non sia già in gran parte conosciuto dall’ente cosciente. Si noti anche che lo stato di coscienza è completamente privato, cioè può essere conosciuto soltanto dall’ente cosciente. Non solo, ma l’esperienza cosciente è sempre molto più profonda e ricca di quanto si possa esprimere con simboli condivisibili come lo sono le parole.

Pensate all’amore che provate per un figlio, per esempio; riuscireste mai a dire tutto quello che provate dentro di voi?

A questo punto possiamo già affermare che le macchine classiche, come un computer o un robot, sono sistemi deterministici e come tali non possono avere libero arbitrio. E senza libero arbitrio, la coscienza non avrebbe neppure ragione di esistere, né potrebbe esistere in un sistema classico fatto di parti separabili senza coscienza.

### **La coscienza e il libero arbitrio sono fenomeni quantistici**

La stragrande maggioranza degli scienziati è convinta che la coscienza sia un fenomeno che avviene esclusivamente nel cervello umano e siccome credono che il cervello sia una macchina classica, e quindi deterministica, la coscienza dev'essere una proprietà epifenomenale, cioè una proprietà che si accompagna ad altre proprietà che sono la vera causa di ciò che osserviamo. In altre parole, la coscienza e il libero arbitrio sono illusioni create dal cervello!

Se questo fosse vero, visto che tale affermazione non è mai stata dimostrata, quello che ci distingue dalle macchine e che dà significato alla vita e all'universo non esiste. Ciò che ci rende umani e che sentiamo vero nella nostra intimità più profonda è stato quindi eliminato a priori dalla realtà per mantenere in vita il dogma del materialismo!

Recentemente G. M. D'Ariano e F. Faggin hanno pubblicato una teoria quantistica della coscienza e del libero arbitrio che spiega scientificamente queste proprietà straordinarie che tutti proviamo dentro di noi. La nuova teoria si chiama *quantum information-based panpsychism* (QIP; panpsichismo basato su informazione quantistica). Essa afferma che un sistema quantistico che si trova in uno stato puro – uno stato coerente che generalmente richiede l'*entanglement* quantistico – è cosciente del suo stato, cioè ha un'esperienza fatta di *qualia* con cui esso conosce il suo stato “da dentro”.

Sembra quasi un gioco di parole, ma la fenomenologia della coscienza è riprodotta perfettamente dalle proprietà dell'informazione quantistica, perché uno stato quantistico puro è uno stato ben definito, che evolve nel tempo, ma non è riproducibile, cioè è privato. Questo è un teorema della fisica quantistica (teorema di non-clonazione), a cui se ne aggiunge un altro, il teorema di Holevo, il quale prova che la massima informazione che si può ottenere da un sistema quantistico in uno stato puro è un bit classico (“0” o “1”) per ogni bit quantistico che ne descrive lo stato. Proprio come lo è la nostra esperienza.

Il bit quantistico, detto qubit, è la generalizzazione del bit classico al mondo quantistico e rappresenta un'infinità di stati come lo sono tutti i punti sulla superficie di una sfera. Il qubit descrive quindi il comportamento dello spin di un elettrone che può essere orientato in qualsiasi direzione dello spazio. E abbiamo appena visto che quando si misura lo spin possiamo ottenere soltanto “su” o “giù”, cioè un bit d'informazione classica, mentre invece lo stato puro del qubit richiederebbe la conoscenza di due numeri reali, che sono inconoscibili per il teorema di non clonazione.

Per esempio, il programma e i dati di un computer (una matrice di bit) si possono copiare facilmente perché l'informazione classica è condivisibile. Invece ciò che provo dentro di me (rappresentato da uno stato quantistico puro) lo posso conoscere solo io e, anche se lo volessi condividere, posso farlo soltanto usando informazione classica che però mi permette di comunicare solo una piccola parte dei *qualia* che provo (un bit per ogni qubit).

In altri termini, ciò che si prova privatamente nella nostra coscienza è infinitamente più ricco di ciò che possiamo esprimere con simboli classici condivisibili, esperienza che ognuno di noi conosce perfettamente. Ecco quindi che l'esperienza cosciente è rappresentabile con informazione quantistica, ma non con informazione classica. Si noti però che la rappresentazione dell'esperienza non è l'esperienza, che rimane privata, soggettiva e conoscibile soltanto dal suo possessore sotto forma di *qualia*, dove i *qualia* sono i portatori del significato.

L'ontologia risiede quindi nell'esperienza privata e non nella sua rappresentazione matematica che, per essere adeguata, deve però possedere le stesse caratteristiche formali che si riscontrano nell'esperienza!

Un computer non può quindi essere cosciente perché la sua esperienza – rappresentata dal programma e dai dati – può essere copiata a piacimento, violando la proprietà più saliente dell'esperienza cosciente che è la sua privacy.

### **Conseguenze della teoria QIP**

Il corpo umano possiede sensori, cervello e attuatori. I sensori prendono informazione condivisibile dall'ambiente fisico esterno e interno al corpo e mandano segnali al cervello che li elabora. Il risultato dell'elaborazione è percepito dalla *seity* come esperienza cosciente del mondo fisico osservato dal punto di vista del corpo. Il corpo è un sistema quantistico e classico essenzialmente autonomo i cui attuatori possono agire nel mondo fisico classico e oggettivo. La *seity* è invece un sistema puramente quantistico che comunica con il corpo e ne guida le azioni con libero arbitrio.

La situazione che descrivo è simile, per esempio, a quella in cui noi controlliamo un drone minatore che si trova a centinaia di chilometri da noi. Il drone è una macchina semi-autonoma che ci invia informazioni tramite onde elettromagnetiche (fotoni) sul suo stato interno, sullo stato dell'ambiente circostante e sulle sue azioni. Noi, seduti comodamente su una poltrona davanti ad un tavolo con vari schermi e altoparlanti, riceviamo segnali simili a quelli a cui siamo abituati. Mediante la nostra coscienza, capiamo la situazione in cui si trova il drone e ne controlliamo le azioni dall'“alto al basso” per ottenere il nostro scopo.

Attenti però, perché l'esperienza, la comprensione della informazione mandata dal drone, e il libero arbitrio che ne controlla le azioni, non esistono nel corpo che controlla il drone, ma nella *seity* che controlla il corpo.

Un essere umano è quindi l'insieme di corpo e *seity* in cui l'interfaccia tra i due è perfetta, tanto che la *seity* è convinta di essere il corpo.

Un fenomeno simile accade quando noi agiamo in una realtà virtuale immersiva così verosimile che per alcuni minuti possiamo identificarci con l'*avatar* che “abitiamo”. Quando la *seity* si sveglia dalla trance autoindotta di essere il corpo, allora capisce che è più del corpo.

Se la *seity* non si sveglia da sola durante la vita corporea, ci penserà la morte a svegliarla perché, quando i segnali provenienti dal corpo cesseranno di raggiungerla, essa si accorgerà di esistere in una realtà più vasta a cui però non prestava più attenzione. Ecco quindi che la morte del corpo non significa la fine di chi siamo per la semplice ragione che non siamo il corpo! L'esistenza della *seity* non dipende dal corpo, mentre l'esperienza della *seity* nell'ecosistema terrestre dipende dal corpo e dalla direzione che essa dà al corpo con il suo libero arbitrio.

### **Conclusione**

Spero che questa rapida carrellata su ciò che la fisica quantistica e quella classica ci dicono sulla natura della realtà sia sufficiente per comprendere che la coscienza e il libero arbitrio possono esistere soltanto in una realtà quantistica. Di fatto, è molto significativo che le proprietà della fisica quantistica considerate incomprensibili siano proprio quelle necessarie a spiegare l'esistenza del libero arbitrio e della coscienza!

Sono incomprensibili solo se ci si aspetta che descrivano proprietà della materia. In fisica, la definizione dell'informazione classica si riferisce soltanto alla probabilità di manifestazione degli eventi, cioè dei simboli, senza nessun riferimento al loro significato. La stessa definizione è stata poi estesa all'informazione quantistica.

La teoria QIP afferma invece che l'informazione quantistica rappresenta il significato, una qualità privata che è ancora più fondamentale dei simboli usati per comunicarlo. In questa visione, ciò che chiamiamo materia si riferisce quindi ai simboli, cioè alle forme condivisibili create dalle *seity* per comunicare significato tra di loro.

Faccio notare che la definizione di informazione nella teoria di Shannon (1948), ha separato completamente l'informazione dal suo significato, descrivendo così soltanto l'aspetto simbolico della realtà fisica condivisa e oggettiva. In questo modo si è creato un equivoco pericoloso che ha allontanato la scienza ancora di più dagli aspetti umani più profondi perché ha portato ad una rottura netta tra simbolo e significato.

L'informazione umana esiste invece perché vogliamo comunicare e il significato viene prima dei simboli. E quando un nuovo significato si manifesta da dentro, siamo noi che creiamo un nuovo simbolo per comunicarlo.

Nella teoria QIP simbolo e significato sono ricongiunti per la prima volta in fisica e sono rappresentati rispettivamente da informazione classica e informazione quantistica. Essi definiscono un nuovo tipo di informazione che chiamo informazione viva, l'informazione degli organismi viventi, in cui simbolo e significato sono indivisibili.

In altre parole, i simboli "emergono" dal significato esattamente come la fisica classica "emerge" dalla fisica quantistica, ma le due fisiche sono connesse tra di loro.

Si pensava che la fisica quantistica descrivesse la realtà fisica esteriore, invece essa descrive la realtà interiore, soggettiva e privata dell'universo da cui "emerge" la realtà esteriore pubblica e condivisibile rappresentata dalla fisica classica. Ciò funziona come gli stati di un campo quantistico che emergono dal campo senza però mai staccarsi dal campo.

Ogni cellula del nostro corpo è una parte-intero del corpo perché contiene al suo interno il genoma dell'uovo fecondato che ha creato l'intero corpo. I computer sono fatti invece di parti semplicissime, i transistor, che non fanno nulla del sistema di cui fanno parte. E infine la coscienza e il libero arbitrio non esistono nel corpo umano, malgrado la sua incredibile sofisticazione, ma nella *seity* quantistica che controlla il corpo.

Noi siamo *seity*, parti-intero di Uno, che è la totalità di ciò che esiste. Siamo "campi" quantistici infinitamente più complessi degli organismi viventi, i quali sono a loro volta molto più complessi dei computer e dei robot. Queste considerazioni ci suggeriscono anche che la realtà più profonda è olografica, cioè il tutto è nella parte e la parte è nel tutto.

Tale interpretazione cambia completamente la concezione della realtà e restituisce all'universo il significato e lo scopo che il materialismo e il riduzionismo avevano eliminato. Essa afferma che la realtà più profonda è inerentemente creativa, dinamica e soggettiva, perché conoscibile solo da dentro, mentre la realtà esteriore è la manifestazione simbolica, oggettiva e condivisibile della realtà interiore.

La realtà esteriore si comporta come le particelle elementari, gli atomi e le molecole che, nella fisica più avanzata non sono oggetti, ma stati dei campi quantistici, cioè "forme" pubbliche indivisibili dal campo. L'ontologia è nei campi e tutte le particelle di una particolare identità sono stati del campo omonimo. L'ontologia più profonda risiede nel significato che emerge spontaneamente nell'esperienza interiore delle *seity*, conoscibile solo da dentro. La materia è il nome che abbiamo dato ai simboli condivisibili che le *seity* usano per comunicare significato tra di loro.

In questa visione, che riflette anche la conoscenza più profonda della filosofia perenne, la coscienza, l'identità e il libero arbitrio sono proprietà interiori, intrecciate e irriducibili di una moltitudine di *seity* emanate da Uno che, cooperando, creano ed evolvono il Tutto, appagandosi nel conoscere se stesse sempre di più.