

# Il futuro della neurotecnologia: l'uomo ibrido

All'inizio di novembre il neuroscienziato Rafael Yuste, professore alla Columbia University, e l'ingegnere Darío Gil, direttore mondiale dell'area di ricerca dell'IBM, sono stati convocati presso la Casa Bianca dal Consiglio di sicurezza nazionale degli Stati Uniti. I due esperti hanno avvertito il Presidente degli Stati Uniti dell'imminente arrivo di un mondo in cui i cittadini si collegheranno a internet direttamente attraverso il cervello, utilizzando caschetti o fasce in grado di leggere la mente. In quell'ipotetico futuro, un algoritmo sarà in grado di completare automaticamente l'immaginazione, come già fanno i programmi di elaborazione testi con le parole. I primi dispositivi, ancora rudimentali, potrebbero essere in vendita tra 10 anni nei negozi di elettronica, secondo i loro calcoli.

Yuste e Gil sono due dei protagonisti dell'ultimo documentario del regista tedesco Werner Herzog, un viaggio attraverso le sorprendenti frontiere della neurotecnologia e dell'Intelligenza Artificiale. Il film, dal titolo provvisorio *Il teatro del pensiero*, si conclude in Cile, il Paese che tre mesi fa è stato il primo a proteggere le informazioni cerebrali dei suoi cittadini nella sua Costituzione.

*Di seguito l'intervista rilasciata a EL PAIS, a cura di Manuel Ansede:*

Quali sono le implicazioni di queste tecnologie?

Rafael Yuste: L'implicazione più importante è che la natura dell'essere umano cambierà. Diventeremo ibridi. Questo è qualcosa che accadrà, sì o sì. Non ho il minimo dubbio.

Cosa vuol dire essere un ibrido?

Rafael Yuste: Adesso dipendi dal tuo cellulare per fare sempre più cose: trovare una via, chiamare, usare l'agenda, la rubrica, la calcolatrice... In realtà, l'unica cosa che fa il telefono è connettersi alla rete. Questa connessione, invece di essere nel telefono in tasca, l'avremo direttamente nella nostra testa, attraverso un'interfaccia cervello-computer. Queste interfacce probabilmente non saranno invasive e saranno distribuite in modo massiccio all'intera popolazione. E questo sposterà una parte della nostra elaborazione mentale all'esterno. La memoria, per esempio. Una memoria esterna ci restituirà le informazioni. E questo sarà benefico, nel senso che darà una spinta alle capacità cognitive e mentali degli esseri umani. Ora c'è un divario tra le persone che hanno accesso al mondo digitale e le persone che non lo fanno. Se non hai un cellulare, diventa difficile fare cose semplici come andare dal medico o fare un trasferimento di denaro. Ci sarà un divario molto più grande. Ci saranno persone che saranno potenziate e persone che non lo saranno. E questo cambierà la specie umana.

Di che anno stiamo parlando?

Rafael Yuste: Dipende. Sarà una cosa graduale. Arriveranno prima i dispositivi e le applicazioni che ci permetteranno di registrare e decifrare l'attività mentale. Parliamo di 10 anni.

Con delle fasce sulla testa? In che modo?

Rafael Yuste: Con cerchietti, con berretti o con caschi. Le prime applicazioni importanti possono essere, ad esempio, per la scrittura mentale o per la traduzione simultanea. Immagina di arrivare in un paese con un cerchietto in testa: pensi nella tua lingua e parli in un'altra lingua. E naturalmente, dal momento che l'umanità è quello che è, la prima cosa saranno i giochi e il porno. E poi, 10 anni dopo, credo che le

tecnologie arriveranno a introdurre informazioni nel cervello, il che è sempre più difficile. E lì ci sarà davvero il potenziamento mentale. Se vuoi finire la frase a cui stai pensando, un algoritmo la finirà per te, proprio come ora mentre scrivi l'algoritmo la completa automaticamente per te. Immagina di farlo non solo con quello che vuoi scrivere, anche con quello che devi comprare al supermercato, che partner vuoi trovare, cosa dire alle persone con cui stai parlando. Se ora parlassi con una persona e avessi accesso a tutto ciò che ha fatto nella sua vita, potresti dirgli qualcos'altro che ti interessa. E, naturalmente, si potrà guidare o azionare mentalmente qualsiasi tipo di macchinario. Dico che sarà una nuova rinascita, perché la specie umana farà un salto all'improvviso, si connetterà con computer quantistici (computer con una potenza di calcolo notevolmente maggiore). Immagina un computer quantistico che ti aiuta a decidere dove investire o quale carriera scegliere. Stiamo parlando di una specie umana molto diversa.

Potrà esserci anche un dispositivo impiantato nel cervello?

Rafael Yuste: Dipende. Un team della Stanford University quest'anno ha fatto in modo che i pazienti paralitici, che non possono parlare, scrivessero come se lo facessero a mano, ma basandosi sul pensiero, con una tecnologia impiantata. Quel problema, tecnicamente, è già risolto. La tecnologia impiantata è molto più potente, ma non puoi venderla in un supermercato, perché hai bisogno di un neurochirurgo che te la metta addosso. Sarà sempre in campo medico. Il più grande problema etico e sociale è la tecnologia che non viene impiantata, quella che non è invasiva, perché si può acquistare come se fosse elettronica di consumo, non è regolamentata e può raggiungere l'intera popolazione.

Alla Casa Bianca sono interessati ai rischi di questo futuro?

Dario Gil: C'è il desiderio di far progredire la neurotecnologia stessa, per usi molto positivi: nelle persone

con disabilità, nelle persone con paralisi, nelle persone che hanno bisogno di supporto dal punto di vista medico. E poi potrebbero esserci anche applicazioni non così controverse, ma dobbiamo pensare a come gestirle e regolarle, in particolare la parte che è un prodotto di elettronica di consumo. Si possono immaginare conseguenze molto negative: nella libertà di espressione o nella libertà di coscienza, per esempio. Possiamo immaginare interrogatori in paesi senza alcuna tutela dei diritti, con la possibilità di estrarre informazioni direttamente dalle persone. Può succedere negli anni a venire. Crediamo che ci debba essere un dialogo, non solo sociale, ma anche a livello di governo, che definisca l'uso di questo tipo di tecnologia.

I pensieri verranno letti sì o sì?

Dario Gil: Sì, è questione di tempo. Da un punto di vista invasivo, sappiamo che è possibile.

E anche con un caschetto?

Rafael Yuste: Prima o poi. La neuroscienza avanza inarrestabile e il pensiero è generato dal cervello. Più decodifichiamo il cervello, più decodifichiamo l'attività mentale. Il problema non è bianco e nero, è un continuum. In questo momento con un berretto posso scoprire se sei sveglio, se dormi, se stai attento. Con un casco, meglio è. Potrebbe sapere quali parti del tuo cervello vengono attivate: visiva, emozionale, sensoriale. Questo, oggi. Tra 10 anni, forse saremo in grado di digitare con la nostra mente.

Come sarebbe questa ipotetica unione cervello-computer quantistico? Cosa potrebbe fare un essere umano?

Dario Gil: Collegheremo il cervello a sistemi informatici esterni. Non è solo ciò che accadrà all'intelligenza artificiale o ciò che accadrà all'informatica quantistica o al mondo dei calcoli, ma ciò che accadrà alla combinazione di tutto ciò. Se hai un'iperaccelerazione della potenza di

calcolo e la colleghi in modo molto simbiotico con l'essere umano, è un'esplosione cambriana. L'informatica ti aiuterà ad espandere le tue conoscenze, la tua memoria, la tua capacità di calcolare, di parlare lingue diverse, di comprendere i processi fisici. Immagina di voler progettare una nuova batteria per l'auto elettrica: amplierà la tua capacità di immaginare nuove molecole, per esempio.

Rafael Yuste: Gli esseri umani hanno sempre paura di ciò che non conoscono. Quando entri in una stanza buia, sei sempre un po' preoccupato. In questo caso, rassicurerei le persone. Quella che sta arrivando è una rivoluzione positiva. La scienza e la tecnologia sono gli strumenti migliori che l'umanità ha per risolvere qualsiasi problema. Credo sinceramente che questo sarà un altro strumento che l'uomo ha costruito, come il fuoco, la ruota, l'auto, la macchina da stampa e l'energia nucleare: strumenti che ci hanno dato una spinta verso il futuro e siamo finiti in una situazione migliore di prima. Penso che sarà lo stesso. Ci guarderemo indietro e penseremo che prima eravamo un po' primitivi.

Un esperimento negli Stati Uniti nel 2016 è riuscito a scoprire che una persona stava pensando a un cucchiaino. Si può già fare oggi?

Rafael Yuste: La risposta è sì. Non è facile, ti devono mettere dentro un buon scanner ospedaliero. Ti mostrano le foto e con ognuna scansano il tuo cervello per vedere quali parti sono attivate. E poi ti chiedono di pensare a una delle foto che ti hanno mostrato. Pensi all'immagine del cucchiaino e poiché loro sanno già come risponde il cervello, sanno che stai pensando a un cucchiaino. Se ti viene chiesto di pensare a un coltello, anche se non ti è stato insegnato un coltello, si attiva un'area che potrebbe essere il cucchiaino e un'altra area di un'arma. Quindi possono scoprire che stai pensando a un cucchiaino che non è un cucchiaino. Si stanno avvicinando sempre di più. Ed è oggi.

Dario Gil: Se hai miliardi di frasi e cerchi correlazioni tra parole, puoi iniziare a realizzare sistemi di predizione linguistica con grande fedeltà grazie all'intelligenza artificiale. I segnali che esistono nel nostro cervello hanno una complessità straordinaria, ma possiamo usare le reti neurali (modelli artificiali che cercano di emulare l'elaborazione delle informazioni del cervello umano) per estrarre le correlazioni. Man mano che l'informatica, la potenza di calcolo, la produzione, i semiconduttori, i sensori e così via miglioreranno, saremo in grado di decifrare cose sempre più sofisticate nel cervello. E poi ci sono le statistiche. Se ci sono molte persone collegate a questi tipi di sensori – alcuni più invasivi e altri meno – alla fine si possono prevedere le cose, anche se si tratta di un sensore più rudimentale.

Potrebbe esserci un dispositivo che viene passato intorno alla testa come un metal detector e legge quello che stai pensando? O è inconcepibile?

Rafael Yuste: Fisicamente, i segnali sono così deboli che devi avere il sensore proprio accanto al cranio, per ora. Non sto dicendo che non può essere così in futuro. Nei prossimi cinque o dieci anni dovrà essere un berretto o un cerchietto. Avere un sensore in testa sarà d'obbligo tra 10 anni, proprio come ora tutti hanno uno smartphone perché, se non ce l'hai, rimani indietro. Sarà una cosa molto comune. Avere il sensore in testa ti permetterà di fare grandi cose, ma in linea di principio perderai anche il controllo dei tuoi dati mentali.

Facebook e Google si occupano di collegare il cervello ai computer.

Rafael Yuste: Ci sono tutte le grandi aziende tecnologiche e molte nuove. Stanno emergendo come funghi, perché pensano che sarà il nuovo salto tecnologico. Sul set del documentario di Herzog, quando eravamo a Seattle, abbiamo cenato con il vicepresidente di Google e capo dell'intelligenza artificiale.

Ci ha mostrato una dimostrazione del suo nuovo assistente personale, che secondo lui supera il test di Turing: non si può sapere che non è una persona. Stavamo chiacchierando con questo assistente personale ed è stato fantastico. Era come una conversazione con una persona intelligente e, per di più, molto colta, perché ha accesso a tutte le informazioni del mondo. Sono rimasto sbalordito, perché mi ha dato l'impressione che avremo un assistente di questi a tavola, all'ora di cena con la famiglia. E, da un lato, sarà grandioso, perché sarà come una finestra sul mondo.

Dario Gil: Ora si sta facendo molto. Si generano sistemi di linguaggio naturale. Negli ultimi anni abbiamo lavorato con le reti neurali per problemi di classificazione, come il riconoscimento delle immagini. Ma ora si creano modelli generativi: creano un testo, creano dialoghi, possono creare immagini. La riflessione è: cos'è una lingua? Un linguaggio è, ovviamente, un linguaggio, ma può anche essere sistemi chimici o ambienti di programmazione. Abbiamo usato questi modelli per creare molecole chimiche. In futuro, l'intelligenza artificiale ti aiuterà a scrivere il *software*, proprio come stiamo vedendo sistemi di completamento automatico delle frasi.

Rafael Yuste: È la tempesta perfetta. Da un lato, l'intelligenza artificiale arriva con questi algoritmi che superano il test di Turing e ti dicono cosa fare. E si collega questo al cervello. La connessione che abbiamo ora con l'algoritmo dell'intelligenza artificiale, sul telefono cellulare, è ancora goffa: con le mie piccole dita. Immaginate di collegare questo (il cellulare) al cervello umano. È un'esplosione con ripercussioni molto forti e molto profonde: scientifiche, mediche, sociali, economiche e anche di sicurezza nazionale. Ecco perché abbiamo ricevuto la chiamata dalla Casa Bianca. È inevitabile, francamente. È un progresso e sarà per il meglio, in generale, ma avrà conseguenze molto profonde.

Quando parli di implicazioni per la sicurezza nazionale, cosa immagini?

Rafael Yuste: Non ci abbiamo mai pensato, ma il Consiglio di sicurezza nazionale degli Stati Uniti ci ha chiamato per la prima volta un anno fa, perché avevano appreso che la Cina stava cercando di unire l'intelligenza artificiale con le neurotecnologie e voleva un incontro per informarli su tutto. Non sono un esperto di sicurezza nazionale, ma ho sentito che ciò che preoccupa è il fatto che gli analisti abbiano un'interfaccia cervello-computer per connettersi direttamente alle banche dati. Se hai accesso a tutto ciò che viene detto oggi in Afghanistan o in Siria, come puoi identificare ciò che ti interessa? È un problema enorme. Ed è molto probabile che venga risolto più rapidamente se colleghi la persona direttamente alla rete. Altre implicazioni, ovviamente, sono le armi robotiche.

Direttamente cervello-drone?

Rafael Yuste: Diversi cervelli con un drone. Sarebbe una possibilità che potrebbe migliorare la precisione. Ci sono anche armi ipersoniche, che vengono prodotte in Russia e Cina e riducono a 15 secondi il tempo di reazione per una guerra nucleare. La risposta a questo rischio è disporre di sistemi di intelligenza artificiale che, in meno di 15 secondi, possono decidere se l'attacco è reale o meno.

Dario Gil: La convergenza delle tecnologie moltiplica il progresso e le conseguenze. Non bisogna solo fare un'analisi della progressione lineare di ogni tecnologia in modo indipendente. Ciò che le persone percepiscono di meno è ciò che accade quando si combina una tecnologia con un'altra e con un'altra ancora. Questo è meno facile da prevedere. Questo è quando vedi progressi esponenziali senza che le persone lo anticipino. E le società democratiche devono decidere cosa vogliono. La tecnologia ha tendenze e avanza, il che non significa che sia impossibile guidarla. Ci sono già stati



esempi nelle tecnologie precedenti, come il nucleare o le biotecnologie, con cui sono stati sviluppati tutti i tipi di regolamenti e sistemi di autogestione per dire: *“Se procedi devi passare un comitato etico.”* Non è tutto il selvaggio West.

La Cina e la Nord Corea fanno bombe atomiche e non succede nulla, anche se ci sono dei comitati.

Rafael Yuste: Credo che non sia vero che non succede nulla. Ci sono conseguenze molto gravi. Alcuni stati sono isolati. E non tutti quelli che vogliono possono fare le bombe in garage. Sono stati posti molti limiti e ci sono conseguenze molto gravi, il che non vuol dire che sia un sistema perfetto. Non miriamo alla perfezione. Nel mondo della scienza e della tecnologia, se stai risolvendo più problemi di quanti ne stai generando, è almeno un vettore di progresso. Quello che difendiamo è che ci sia un dialogo molto più attivo su queste tecnologie, con scienziati, aziende, università, con il Governo, per pianificare scenari e anticipare noi stessi. I governi non controllano la tecnologia. Questa è la realtà. Dobbiamo inventare un altro modo per collaborare con i diversi attori responsabili della creazione di questa tecnologia. Qual è il G7 della tecnologia? Non saranno solo ministri e presidenti a parlare tra loro. Coinvolgerà necessariamente il settore della scienza e della tecnologia che non fa parte del Governo.

Potrebbe essere IBM, Google, Facebook...

Dario Gil: Molte aziende tecnologiche, università, centri scientifici. Abbiamo bisogno di un'altra serie di attori attorno al tavolo, che parlino e contribuiscano con idee. E questo va inventato, proprio come abbiamo inventato altre istituzioni in passato. Crediamo che la neurotecnologia sia un buon esempio quando si tratta di iniziare a definire perché questo tipo di dialogo è necessario. Con le cose tecnologiche, le persone spesso non sanno di cosa stiamo parlando. La

neurotecnologia può leggere ciò che è nel tuo cervello e anche scrivere qualcosa nel tuo cervello. Ha implicazioni che tutti possono sentire. Se siamo in grado di illuminare chiaramente un'area, saremo in grado di illuminare meglio altre aree.

Rafael Yuste: Proponiamo che le neurotecnologie siano la punta di diamante per una discussione più profonda su come la tecnologia si inserisce nel mondo. Poiché le neurotecnologie toccano direttamente l'essere umano, molti di noi pensano che la logica risposta sociale sia quella di inserire le neurotecnologie nei diritti umani esistenti o ancora da progettare.

Come sarà lo scenario tra 20 anni?

Dario Gil: Sappiamo che ci sono segnali nel nostro cervello che possono essere decifrati e anche che nuovi segnali possono essere iniettati. Sappiamo che questo può essere fatto in modo invasivo. Le persone guidano le auto pensando. È impressionante quello che puoi fare. Si può anticipare una serie di progressi scientifici e tecnologici per cui ciò che è invasivo oggi non sarà più invasivo.

Parliamo di mezzo secolo? 20 anni? 10 anni?

Dario Gil: Alcune cose importanti possono accadere tra 10 anni. Ci sono molte aziende che ci lavorano. È qualcosa che vedremo nelle nostre vite. E prima di intraprendere quella strada, devi iniziare a pensare in modo sofisticato a questo argomento. Con la CRISPR\_(tecnica di editing genetico) ci sono comitati etici, per vedere che tipo di esperimenti si possono fare. Ma nessuno parla di neurotecnologie. All'inizio sarà un videogioco o verrà utilizzato per scrivere più velocemente, ma con il passare del tempo verranno aggiunti i dati di milioni o miliardi di persone. La privacy dei tuoi pensieri potrebbe essere in discussione e potrebbero esserci opportunità di manipolazione. Anticipando quel futuro, dobbiamo vedere come guidarlo.

Rafael Yuste: Questo è quello che chiamano il dilemma di Collingridge: quando esce una nuova tecnologia, non sai davvero a cosa servirà, ma è molto facile regolarla. D'altra parte, quando è già stato impiantato nella società, conosci perfettamente le conseguenze negative, perché sei già in ritardo. Nel caso delle neurotecnologie, soprattutto fuse con l'intelligenza artificiale, quello che ci sta arrivando è molto chiaro. Queste sono cose che sappiamo già fare negli animali. E se oggi può essere fatto negli animali, prima o poi lo sarà negli esseri umani. Perché aspettare che sia troppo tardi? Questo va al cuore di ciò che è un essere umano, alla nostra mente.

Se sedessi direttamente con il presidente degli Stati Uniti, Joe Biden, o con lo spagnolo, Pedro Sánchez, quali nuove leggi suggeriresti? Hai proposto di trattare i dati del cervello come se fossero solo un altro organo, come un rene.

Rafael Yuste: Direi a Biden e Sánchez di avere uno scienziato come vicepresidente. Se la mano destra di un primo ministro è l'economia, la mano sinistra deve essere la scienza. Borges ha affermato che è molto importante pensare non solo a ciò che accade, ma anche a ciò che non accade. Quindi ti rendi conto di cosa manca. E manca una vicepresidenza scientifica.

Dario Gil: La tecnologia avanza a una tale velocità e le sue conseguenze sono così vaste che dovrebbe essere una parte fondamentale di come vengono gestiti i governi, di come vengono fatte le alleanze tra i paesi. Ci sono alleanze commerciali o militari tra i paesi. Non ho dubbi che la prossima generazione di alleanze sarà scientifico-tecnologica. Ciò avrà una serie di conseguenze molto importanti: cosa fai, con chi collabori, chi no, chi ha accesso e chi no. Quali sono le conseguenze se si viola un accordo tecnologico e si supera la linea per sette volte? Tutto questo va oltre l'approvazione di questa o quell'altra legge. Deve essere incorporata come elemento centrale nelle preoccupazioni di ciascuna delle nostre istituzioni. Sta già

accadendo nelle aziende. Oggi le aziende sono quelle che sfruttano al meglio la tecnologia. Potresti essere nel settore automobilistico, ma in futuro le auto saranno computer con ruote. Questo, che sta già trasformando le industrie, trasformerà anche i governi.