

Come sei stupido androide

**Il computer non eguaglierà
mai la mente umana.
Il futuro non dipende dalla
tecnologia ma dalla
politica. Parla il guru
italiano della robotica**

colloquio con **ROBERTO CINGOLANI** di **GIUSEPPE GENNA**

illustrazioni di **Pierluigi Longo**

Non mi fido di quelli. Studiano l'auto senza pilota. Io spero che l'auto a guida automatica non arrivi a Genova, finisce che perdo il lavoro». Misuro la reazione ansiosa del taxista che mi porta all'Istituto Italiano di Tecnologia, uno dei centri in cui si sta producendo il futuro nel nostro Paese. L'Iit di Genova non studia affatto programmi di guida senza conducente, ma è abbastanza significativa la cautela impaurita con cui vengo scaricato all'entrata di questo edificio spartano, all'interno del

quale hanno lavorato, nell'arco di un decennio e in perfetta sinergia multidisciplinare, quasi milleseicento ricercatori, provenienti da sessanta nazioni, all'interno di una rete di laboratori che vanno dalla nanotecnologia alle scienze della vita, dalle scienze computazionali alla robotica. Qui è nato il piccolo robot iCub, il progetto più noto nell'incredibile repertorio di ricerca prodotto dall'Iit (siamo a seicento brevetti, per un valore complessivo che sfiora undici milioni di dollari), che il pubblico mondiale ha conosciuto quando, in piena crisi finanziaria, strinse alla fiera di Hannover la mano alla cancelliera Merkel. A oggi è la principale piattaforma mondiale per la robotica umanoide.

Il padre ben più che putativo di questa eccellenza della ricerca è Roberto Cingolani, classe 1961, che ne è direttore scientifico dagli esordi. Fisico, nanotecnologo, è accreditato tra i più citati in scienza dei materiali con circa 30mila citazioni su Google Scholar. Ed è un grande costruttore e gestore di organizzazioni di ricerca. Oltre allo Iit, ha disegnato il progetto dello Human Technopole, il centro di ricerca che occuperà gran parte dell'ex area Expo di Milano e il cui direttore è stato recentemente individuato con un

bando internazionale in Iain Mattaj, superbiologo scozzese di fama mondiale. Oltre al talento scientifico e a quello organizzativo, Cingolani è uno scienziato che dispone di una visione complessa e articolata del futuro. È un medicine man, non nel senso dello sciamano, ma proprio dell'uomo che porta a medicamento le storture con cui si immagina un futuro distopico e inquietante. Addentrarsi nella sua visione, scientifica e antropologica, permette di comprendere il panorama che sta disegnando la convergenza di genomica, robotica e nanotecnologia, al riparo da una narrazione del futuro dominato da esoteriche intelligenze artificiali schierate contro gli umani, trasferimenti della psiche in corpi sintetici, tecnologie faustiane che ordinano l'universo materiale e insidiano quello spirituale **Persiste uno storytelling del futuro che gronda ansia, insieme all'attesa di un realismo magico di stampo scientifico.** «Il timore verso le nuove tecnologie dipende dal fatto che la sfida scientifica fondamentale è di ordine politico e per ora non c'è una risposta unitaria e globale. Serve una prospettiva di lungo periodo, per tutto il pianeta. Deve maturare un senso sociale di destinazione. La scienza può implementare i processi

e la disponibilità dei ritrovati, ma è la comunità intera a doversi incaricare dell'orizzonte generale, che interpreti la connessione con cui siamo legati al pianeta nella sua totalità. Per esempio, produciamo 290 milioni di tonnellate di plastica ogni anno, che non biodegrada se non dopo un millennio, mentre in natura esiste già una plastica vegetale del tutto biodegradabile, che è la cellulosa. In Europa, generiamo 26 milioni di tonnellate di scarti vegetali dall'industria



Roberto Cingolani

alimentare, dai quali è possibile ricavare il polimero naturale. Siamo in grado già ora di produrre plastiche vegetali, ricavate da carciofo, pomodoro e zucca, che biodegradano entro un anno. Ecco una direttrice verso la sostenibilità, per la scienza dei materiali e la nanotecnologia. Non è soltanto questione di neofibre o di miglioramento degli algoritmi».

La società è sottoposta a mutazioni cognitive, dovute a un'esposizione sempre più invasiva al digitale. Ci stiamo preparando a un ingresso dall'esterno delle protesi tecnologiche?

«Non va dimenticato che il digitale è sostanzialmente una conseguenza di un meccanismo manifatturiero avanzatissimo. Si parte dal miglioramento di un hardware, integrando un miliardo di transistor su chip, per poi arrivare a eseguire un miliardo di operazioni al secondo. Questa immensa potenza di calcolo non c'è mai stata nella storia e incrementa continuamente, mutandoci progressivamente. Ma va detto che stiamo facendo un utilizzo inadatto delle tecnologie digitali, poiché generalmente la potenza viene impiegata in un orizzonte ristrettissimo, anziché allargare l'area di impiego».

Usando un computer potente per stare sui social.

«È come avere inventato l'automobile per girare solo tra le poche case di un villaggio, anziché per percorrere distanze prima impensabili. La tecnologia andrebbe impiegata di più e in un orizzonte più vasto. L'accelerazione è però catturante. Non siamo ancora riusciti a metabolizzare l'innovazione digitale. Oggi si è sottoposti a un sovraccarico di informazione e il meccanismo di ricezione è diventato prevalentemente visivo, il che comporta che l'accesso all'informazione è rapidissimo. Questa velocità, sempre più accentuata, crea criticità. Se accade che una singola generazione umana diviene capace di innovare se stessa, e l'innovazione diventa intragenerazionale, da intergenerazionale che era, il meccanismo neurale di apprendimento viene messo a dura prova».

Per adattarci all'auto, abbiamo elaborato strade e codice di guida. A quali modalità di adattamento pensa, rispetto alla crescita esponenziale della potenza di calcolo a

cui siamo esposti?

«In primis, la riforma del sistema formativo. I nostri figli studiano ciò che abbiamo appreso noi quarant'anni fa, quando non c'era nemmeno la tastiera, mentre oggi i ragazzi dispongono dell'accesso diretto all'informazione. Siamo rimasti a una formazione che risale a cinque o sei generazioni tecnologiche precedenti. Bisogna alzare il livello della sfida cognitiva a partire dalla scuola. Le tecnologie ci permettono di andare oltre le possibilità biologicamente inscritte nell'umano? Allora nelle aule sfidiamo le intelligenze, prendiamo temi enormi, come l'invecchiamento, l'inquinamento, il mutamento climatico, e utilizziamo la nuova potenza tecnologica per sciogliere problemi di una tale scala, che altrimenti sarebbero insolubili per qualunque ragazzo».

Questo aumento delle facoltà di calcolo conduce a un mutamento radicale delle nostre attitudini. Ci appoggiamo a tecnolo-

gie che sembrano renderci in qualche modo più stupidi.

«Le tecnologie da sempre comportano l'aumento delle performance. Siamo arrivati, per la prima volta in diecimila anni, a una tecnologia che tocca la parte immateriale dell'umano: la mente. Stiamo aumentando le performance mentali, mettendole in outsourcing. Oggi, se ci si scorda lo smartphone, ci si sente nudi e si è realmente più stupidi di prima. Ecco che la prossimità col device aumenta inevitabilmente e si pensa di attaccarlo al corpo, tatuandoselo addosso, incorporando il modem, magari alimentandolo con gli zuccheri metabolizzati dal fegato - e da nanotecnologo posso dire che il cellulare epidemico può arrivare entro i prossimi due decenni. Si sta producendo un'umanità per cui il dato dell'erudizione non conta più, in quanto l'accesso a ogni sapere è diretto, e il cervello può essere impegnato a compiere connessioni tra ambiti conoscitivi diversi».



«Siamo già in grado di produrre plastiche vegetali da carciofi e pomodori. Questo dobbiamo sviluppare, non solo gli algoritmi»

➤ **In questo scenario, l'enfasi va sempre di più sulle intelligenze artificiali.**

«Sull'intelligenza artificiale vanno chiariti alcuni limiti di base. Se si prende un problema da risolvere, con le rispettive condizioni al contorno, macchine algoritmiche diverse arrivano tutte alla medesima soluzione, che è poi quella capace di minimizzare il rischio e massimizzare il profitto. Se invece, al posto di un'intelligenza artificiale, si impiegano intelligenze naturali, a parità di problema e di condizioni al contorno, la soluzione non sarà mai uguale. Ciò avviene perché la nostra intelligenza vive di un nesso mente-corpo inscindibile, inarrivabile per la macchina. La connessione tra mente e corpo è condizionata dal sistema ormonale, il rappresentante biologico del campo emotivo. L'irriproducibilità e l'irrazionalità umane, ovvero il comparto biochimico specifico con cui ci siamo evoluti, ci rende imprevedibili ed esalta la nostra biodiversità intellettuale, la quale ci renderà sempre differenti dalle intelligenze artificiali. Le macchine sono arrivate a processare exaflops, ovvero 10 alla diciottesima operazioni binarie al secondo. Se c'è da calcolare un'orbita o una previsione finanziaria, gli algoritmi sicuramente lo fanno meglio di noi. Ma, a differenza nostra, la macchina non è in grado di essere artificialmente stupida. È il suo disvalore, rispetto a noi».

Nel racconto emesso da cinema, letteratura e fumetto di fantascienza, il divario tra uomo e robot sembra abolibile da un momento all'altro.

«Non lo è affatto. Noi siamo un'intelligenza sinergica. La sinergia è congeniale alla creazione del nesso mente-corpo. Questo nesso è uno dei colli di bottiglia della robotica. Creando macchine antropomorfe, tentiamo di riprodurre i sensi, principalmente vista, udito e tatto, ma non arriviamo a un'intelligenza sinergica come la nostra. Negli umani i medesimi gruppi di neuroni supervisionano funzioni diverse e la sinergia è a priori. Un'unica componente neuronale sovrintende alla vista e anche ai muscoli per prendere un oggetto, così come il medesimo gruppo di neuroni supervisiona il linguaggio e anche la motricità della lingua. La macchina non dispone di una intelligenza

simile. Il materiale con cui siamo fatti noi umani è immerso in acqua e il calcolo è processato da ioni che si muovono attraverso il liquido, comunicando indifferentemente se contrarre il muscolo o scambiare un'informazione. Il tutto viene alimentato con una corrente a bassissima potenza, cioè 40 watt, che nel robot salgono a una spesa energetica di 1,3 kilowatt. È un divario incolmabile, a nostro vantaggio».

L'autoconsapevolezza delle macchine è una prospettiva concreta o distante?

«Non escludo che le neuroscienze arrivino a mostrarci come e perché si origini ed emerga la coscienza. Attualmente il cervello è però ben al di là di essere compreso nei suoi meccanismi e nessun computer si gli si avvicina nemmeno lontanamente. La coscienza appare decisamente embricata con la sensitività, cioè passa attraverso l'integrazione di sensi diversi. Per questo la componente biochimica ci appare cruciale. Allo stato delle cose, l'intelligenza delle macchine non può arrivarci».

Spopolano sui media le tecnologie più fantascientifiche, come quella a cui lavora Neuralink, la società di Elon Musk, che intende produrre la prima interfaccia tra cervello e computer.

«La visionarietà è un elemento utile per

creare salti di paradigma. Se andremo su Marte, come è probabile, sarà utile essere biologicamente connessi a un sistema operativo. C'è un però un aspetto del marketing tecnologico che mi pare offensivo. Il discorso delle tecnologie di rottura è diretto a uno scarso 10% della popolazione terrestre, il più ricco. Come possiamo farne un argomento globale, quando viviamo in una condizione per cui ogni mezzo minuto muore un bambino di fame e sappiamo che entro il 2050 avremo più massa plastica che ittica nei mari? È necessario ricordarsi che non c'è visione, senza sostenibilità a lungo termine».

Quindi le tecnologie avanzate possono essere pienamente funzionali, quando le tecnologie di base sono garantite. Altrimenti si aumenta ogni squilibrio.

«Precisamente. Se osserviamo la distribuzione dell'indice dello sviluppo umano, noteremo che il pianeta è fortemente sperequato. Nella fascia mediana del globo, dove l'indice è estremamente basso, sono concentrati i trenta conflitti più importanti attualmente in corso nel mondo. C'è un'immagine notturna satellitare, che mostra il consumo di luce sulla superficie del pianeta, in cui la fascia delle nazioni a più basso indice di sviluppo è totalmente buia. Viviamo una dispa-

L'automa sensibile

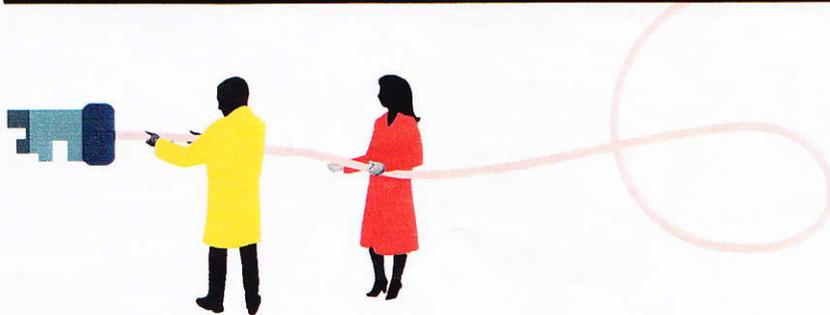
Come in "Blade runner", pare che talvolta i robot acquisiscano conoscenza e chiedano nuova vita. Ma, dialetticamente, il problema riguarda anche l'uomo con la sua macchina. Secondo quanto emerge da uno studio condotto da un gruppo di ricerca tedesco e pubblicato sulla rivista Plos One, riuscire a rapportarsi con l'intelligenza artificiale richiede una particolare sensibilità. I risultati dei test condotti hanno dimostrato come gli esseri umani siano sensibili nei confronti dei robot, al punto da non riuscire più a "spegnerli". L'esperimento ha visto coinvolti 89 volontari che, grazie all'aiuto di Nao, un piccolo robot umanoide, hanno portato a termine dei semplici compiti assegnati loro dai ricercatori. In realtà lo scopo dei ricercatori era quello di far familiarizzare i volontari con Nao prima di chiedere loro di disattivarlo. In circa la metà dei casi, il robot ha protestato, sostenendo di avere paura del buio. Dei 43 volontari che hanno interagito con il robot riluttante, 13 si sono rifiutati di procedere, mentre gli altri 30 hanno impiegato il doppio del tempo rispetto a quelli che non avevano ricevuto tale supplica. ■

rità inconcepibile: l'80% dell'energia elettrica è in mano al 20% della specie. Per questo dobbiamo pensare a produrre tecnologie bivalenti, che funzionino al contempo per le società ricche e per quelle che in difficoltà. Va progettato il viaggio su Marte, ma è anche urgente lavorare sulle tecnologie energetiche, sulla biodegradabilità, sulla medicina di precisione. Prendiamo la diagnostica. Oggi siamo in grado di elaborare biomolecole artificiali, estremamente reattive alle patologie, che aumentano di diecimila volte la capacità di diagnosi precoce. Con queste stesse biomolecole sono componibili anche test da inviare dove c'è bisogno di sicurezza e non esistono strutture ospedaliere: si può portare la diagnosi dove non c'è l'ospedale. È un mercato che nel 2017 ammontava a 92 miliardi di dollari. Per me la sfida, più che Neuralink, è questa».

Il profeta del transumanesimo e della singolarità, Raymond Kurzweil, va anche oltre Musk e prevede la possibilità di caricare la psiche su supporto inorganico ed extracorporeo.

«Si dovrebbe trattare di un neomateriale, capace di funzionare con l'equivalente del sistema ormonale, non a secco come nelle macchine attuali. La mente umana funziona non potendo prescindere dalla pulsionalità, cioè dagli ormoni. Kurzweil è un genio e un grande innovatore, ma si attiene ai trend di sviluppo a cui sta andando incontro il digitale. L'umano però non è soltanto pura cognizione e l'intelligenza non consiste soltanto in una materia di calcolo. I transumanisti sembrano ritenere che, quando saremo in grado di elaborare 10 alla quarantesima operazioni al secondo, tutto dell'umano sarà riproducibile. Ne dubito. Resta il fatto che non esiste un algoritmo che riproduca lo stato d'animo di Leonardo mentre dipinge la Gioconda. Kurzweil prende in considerazione anzitutto la digitalizzazione dei pensieri, il che è una tecnologia esistente: si chiamano "libri". Sono scomodi e verranno sottoposti a incremento, ma già ci sono. Non è disruption ciò a cui guarda il transumanesimo, bensì un incremento di elementi che già esistono. Questo è però marginale, rispetto alla sfida cruciale: pensia-

«Per me la sfida non è la mente extracorporea. È portare le diagnosi avanzate nei luoghi sperduti dove non esiste nemmeno un ospedale»



mo di caricare la memoria fuori dal corpo, mentre siamo assediati dai reietti che lottano per sfamarsi? Vogliamo vivere in eterno su un pianeta desertificato? Ecco una radicale rottura del paradigma: miliardi di persone a Pil uguale e uguali possibilità di sopravvivenza. La sfida delle sfide è comporre un pianeta in armonia».

Su quali di tecnologie bisogna lavorare per raggiungere l'obiettivo?

«Non esiste qualche tecnologia sufficiente da sola a portare il pianeta sui binari della sostenibilità. Non basterebbe nemmeno la fusione nucleare. Direi che bisogna lavorare su tutte le tecnologie atte a preservare le fonti principali di energia, intervenendo sul ciclo dell'acqua, del rifiuto, del cibo. Poi la tecnologia connessa alla manifattura, che è anch'essa correlata all'energia, all'impronta di carbonio o all'impronta

idrica. E la *precision medicine*».

Alla medicina di precisione, insieme allo sviluppo dell'intelligenza artificiale, l'umanità guarda con speranza.

«È un campo sottoposto a rivoluzione: la meccanica quantistica si sta inserendo in farmacologia, un approccio in parte contestato, che però sta regalando risultati importanti. Faccio un esempio. La natura, per proteggere il corpo, elabora congegni complessi, gli anticorpi. Siamo arrivati alla riproduzione meccanica dell'anticorpo, che avverte mutazioni ambientali, reagendo a uno stimolo e riproducendo l'immagine della cellula malata, su cui interviene rilasciando medicinale. È una nanomacchina, un insieme di nanoparticelle ferromagnetiche. È un risultato della convergenza tra discipline. Non è ancora adattata agli umani, ma ci si sta lavorando. Forse ci si arriva prima che Elon Musk realizzi il cyborg».