

# MACCHINE PER L'UOMO

INTERVISTA A MARCO SOMALVICO\*

a cura di Lorenzo Mazzoni

*C'è un modo di occuparsi di tecnologia che riesce a mettere in primo piano non tanto i prodotti dell'attività progettuale e costruttiva quanto il soggetto. È il caso di Marco Somalvico, uno dei massimi esperti internazionali di Intelligenza Artificiale. Sostenitore di una visione unitaria della cultura e convinto promotore dell'idea che il progressivo affermarsi dell'I.A. non ridurrà il valore della persona, anzi contribuirà a liberarne le potenzialità creative, «quelle che non si imparano sui manuali, ma solo incontrando paradigmi di testimonianze; e ciò può accadere in qualunque tipo di scuola e attraverso qualunque disciplina.»*

**emmeciquadro: Tutti i giorni ci capita di pronunciare o di sentir nominare il termine «macchina», ma forse non ne conosciamo bene il senso. Che cos'è, per il tecnologo, una macchina?**

La nozione di macchina all'interno delle tecnologie è tale da coinvolgere le conoscenze fondamentali che l'uomo ha di se stesso e della natura che lo circonda. L'uomo, di fronte alla realtà, si pone delle domande: «Chi sono? Che cos'è la natura esterna a me? Perché vivo in questa natura? Quali sono i miei fini?». Come esordisce il Santo Padre nell'ultima Enciclica: «gli diventa sempre più impellente la domanda sul senso delle cose e della sua stessa esistenza».

Per valutare il significato di macchina, la più rilevante tra queste domande è: «che cos'è la natura, che cosa sono i feno-

meni che io, uomo, osservo nella natura?» Tra le tante modalità di conoscere un fenomeno, ce n'è una precipua che porta al concetto di macchina: il metodo di conoscenza per modelli, inteso in termini galileiani. Perché una descrizione sia chiamata modello deve essere finita: il modello, in base a una scelta dell'uomo, coglie solo alcune parti di ciò che si può raccontare del fenomeno stesso.

Questo passaggio dal fenomeno al modello porta a qualcosa di oggettivo; questa è una seconda proprietà fondamentale, perché tutti quelli che leggono la descrizione di un modello devono avere esattamente la stessa percezione di verità che aveva in mente l'inventore del modello.

La terza proprietà è quella di essere sperimentabile: pur essendo il mondo della conoscenza della realtà distinto da



\*M. Somalvico è direttore del Progetto di Intelligenza Artificiale e Robotica presso il Dipartimento di Elettronica Informatica del Politecnico di Milano.

quello della realtà, attraverso i modelli si individuano delle proprietà, che chiameremo leggi, grazie alle quali si è in grado di ritornare al mondo dei fenomeni e di prevederne di nuovi.

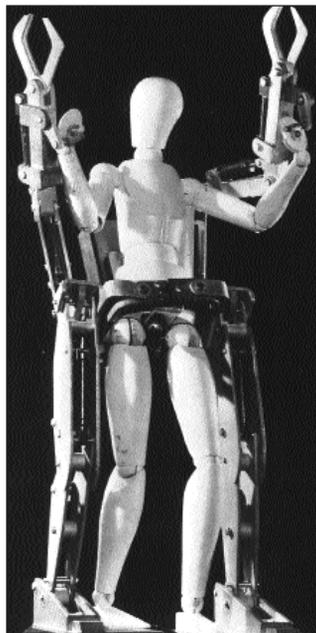
L'aspetto importante è che il modello è caratterizzato da tre modalità di coniugare due parole latine che sono *facere* e *perficere* (cioè l'iterazione del *facere*): il modello infatti è al tempo stesso perfetto, imperfetto e perfezionabile. È perfetto perché una conoscenza modellizzata del fenomeno lo descrive in maniera rigorosa, senza imperfezioni né ambiguità (devo descrivere di questo *alter ego* del fenomeno qualcosa che è valido per tutti). Al tempo stesso, pur essendo luccicante e rigoroso come il cristallo, il modello non replica totalmente il fenomeno, è una «vista» e quindi diremo che è imperfetto, cioè non cattura in maniera totale il fenomeno. Questo porta a vedere il modello come qualcosa che è approssimato, ma anche lacunoso. La perfezionabilità, vorrei dire la illimitata perfezionabilità, è l'aspetto più importante perché spiega anche il relativismo di un modello nei confronti della storia della cultura. L'uomo con l'attività intellettuale della modellizzazione (nel linguaggio dell'intelligenza artificiale si parla di rappresentazione della conoscenza) non ha limite nel perfezionare o nel prospettare altri alternativi modi di conoscere il fenomeno. Non esiste quindi un modello sempre vincente in ogni esi-

genza pragmatica, ma volta a volta un modello può essere migliore di un altro. Questo parallelismo di modelli alternativi porta al concetto di multiparadigmaticità dei modelli.

Che cos'è allora una macchina? Un tipo particolare di argilla con la quale descrivo la figura di un certo modello: un modello, quindi una conoscenza di un fenomeno, oltre a essere descritto usando la matematica attraverso formule, la logica attraverso formule ben formate, la geometria mediante il disegno, può essere realizzato con dei componenti. I componenti sono il formalismo, mentre la forma è la architettura con cui si coniugano i componenti in quel composito che è la macchina. In che senso allora la macchina descrive il modello del fenomeno? Nel senso che avendo dei componenti preesistenti alla macchina che hanno delle loro prestazioni elementari, l'uomo, con l'architettura, compone le funzionalità elementari dei componenti in una complessa funzionalità del composito che è la prestazione offerta dalla macchina.

### Che cosa è cambiato nel concetto di macchina con l'avvento dell'informatica?

La macchina è un particolare artefatto che si somma a ciò che è naturale, componendosi in un tutto che è il reale. A sua volta possiamo distinguere un naturale esterno all'uomo (con una metafora il mondo) dall'uomo stesso.



Modello di esoscheletro amplificatore costruito dal General Electric Research and Development Center negli anni Cinquanta

L'informatica si pone in maniera peculiare di fronte alla tipologia di quel fenomeno che è catturato dal modello descritto dall'architettura della macchina.

Per esempio, una macchina della termotecnica, come il refrigeratore, è un modo per descrivere il modello del freddo: il funzionamento della macchina-refrigeratore emula il fenomeno del freddo. Ci sono macchine che riguardano il freddo (il refrigeratore), la forza (il motore), la pressione (il compressore) e così via. Si possono emulare i lampi, il vento, la pioggia, eccetera. Chiamerò queste «macchine del mondo», perché nelle macchine è descritto il modello dei fenomeni di quella parte di natura esterna all'uomo.

L'uomo può anche modellizzare fenomeni che avverte in se stesso. E qui si ha un passaggio sottile: l'uomo-soggetto conosce fenomeni che avvengono in se stesso, inteso come oggetto del conoscere. Parliamo di due classi di fenomeni che non avvengono in natura: i fenomeni dell'intelligenza in sé e i fenomeni dell'intelligenza che guarda all'interazione tra uomo e mondo esterno (inter-intelligenza).

Consideriamo l'uomo oggetto del conoscere mentre percepisce fenomeni, mentre pensa su ciò che ha percepito dei fenomeni, mentre produce fenomeni. Il modello di

questo tipo di intelligenza, che chiameremo unitariamente inferenza, è l'intelligenza che ruota all'interno del modello e porta dentro al modello nuove verità che riguardano il modello stesso.

L'informatica è al centro di quella disciplina che è la scienza e l'ingegneria dell'informazione. Parliamo di macchine dell'informazione perché, in quanto ad architettura, descrivono nella macchina il fenomeno dell'*intelligere* e dell'*inter-intelligere*.

Ma esse operano su un «operando» che è ancora il modello di un fenomeno della realtà. Infatti l'informazione non è altro che una classe di modelli di fenomeni che sono resi «operandi», cioè che sono sottoposti alle operazioni di una macchina che emula l'intelligenza inferenziale dell'uomo, l'intelligenza fabbricativa dell'*homo faber*.

Per questo l'informatica, che è una parte della scienza dell'informazione, ruota intorno a ogni elemento della conoscenza che l'uomo si dà del reale: nella macchina l'uomo emula l'attività del pensare razionale su qualunque modello che l'uomo si è dato su qualunque fenomeno della natura a lui esterna. Anzi, anche su altre macchine perché essendo le macchine modelli, posso avere una macchina dell'informazione che svolge un'operazione che riguarda macchine, per esempio la simulazione.



### ... che cos'è allora un elaboratore?

È una macchina in grado, per esempio, di simulare un motore di un'automobile, di progettarlo prima di costruirlo. Il modello del motore è un insieme di formule matematiche fornite dalla meccanica e dalla termotecnica, in base alle quali posso, con degli algoritmi, simulare il comportamento del motore senza averlo costruito. Altri esempi di operazione su macchine sono la progettazione o la gestione.

Uno degli esempi più belli di operazione delle macchine dell'informazione sulle macchine è quello studiato dal grande cibernetico Norbert Wiener. Il termine che usò Wiener deriva dal greco *cyberne*, timone, che Aristotele usa metaforicamente per indicare l'anima, timone dell'uomo. Così come un timone permette a un navigante di guidare la nave verso una certa direzione, la macchina della cibernetica, il «regolatore» fa sì che un'altra macchina «regolata» si comporti secondo le regole che l'uomo vuole che la macchina «regolata» soddisfi (per esempio avere un motore che va a una certa velocità).

Questo ci porta a inventare un altro nome per le macchine che operano su altre macchine: le «metamacchine». Per esempio, un elaboratore che si occupa di elaboratori (alla Hitachi hanno realizzato una linea di robot che costruiscono robot, cioè una linea di produzione

robotizzata di robot), ma possono anche essere metamacchine che si occupano di metamacchine.

### Non ci sono allora limiti alla possibilità che la macchina emuli l'uomo?

Nel dinamismo conoscitivo già delineato all'inizio si ha un passaggio dal fenomeno al modello che si definisce abduzione: dalla realtà alla conoscenza della realtà. L'uomo, usando un'altra tipologia di attività intellettuale, deduce o induce ulteriori verità, che sono però già implicate da ciò che ha osservato con il modello stesso. Indurre significa elevarsi, per astrazione, da tanti dati sperimentali modellizzati a una loro formulazione più generale; dedurre è l'attività inversa, ricavare verità particolari da un modello generale. C'è poi il ritorno alla realtà, attraverso il diaframma che distingue il reale dalla conoscenza del reale, che è la adduzione.

Queste attività conoscitive dell'uomo sono tutte trasferibili in una macchina? Non tutte, perché il tipo di intelligenza che riguarda la abduzione e la adduzione, e che ora chiameremo in maniera sintetica afferenza, (cioè relazione tra modello e fenomeno sia in andata, abduzione, sia in ritorno, adduzione) è ineffabile. Quindi, di questo fenomeno dell'intelletto umano che è l'afferenza, e che Bergson chiama intelligenza dell'*homo creator*, la creatività, non è possibile dare dei modelli. Questi



Una delle prime rappresentazioni del timone moderno in un bassorilievo della Basilica di S.Eustorgio a Milano

fenomeni sono opachi all'atto conoscitivo del modellizzare.

Così ho precisato l'*unicum* delle macchine dell'informatica, e anche il loro limite: per l'imperfezione dei modelli esse possono emulare, mai simulare totalmente l'uomo che pensa in maniera inferenziale. E non possono emulare l'uomo in ciò che l'uomo non può modellizzare: nell'intelligenza creativa. Così l'uomo è incentivato a coltivare in se stesso, non potendolo delegare alle macchine, l'*unicum* che egli solo può svolgere, l'attività creativa.

Infine, la macchina non è un soggetto. L'uomo è un soggetto che pensa e conosce se stesso che pensa; la macchina non è altro che un'espressione del pensiero dell'uomo che ha pensato un modello e lo ha reificato nell'architettura della macchina.

### **Come si è evoluto, nella storia della tecnologia, il rapporto uomo-macchina?**

L'uomo, come soggetto pensante, svolge le attività, intellettive e interattive, in due luoghi. L'attività creativa è svolta esclusivamente nel proprio corpo e nella propria mente: chiameremo questo luogo polo uomo-corpo. L'attività fabbricativa può essere svolta nel proprio corpo oppure può essere fatta svolgere alla macchina; ma non è la macchina che pensa emulando l'uomo, è l'uomo che «fa pensare» se stesso in un luogo diverso dal suo corpo, che è la macchina. In questo caso l'uo-

mo tenderà a trasferire sempre più i pensieri fabbricativi, cioè inferenziali, nella macchina, per liberare ciò che di più nobile c'è in se stesso, l'attività creativa o afferenziale.

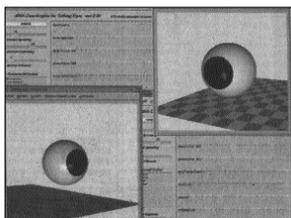
Vorrei dettagliare la questione su tre i punti, a partire dal concetto che l'uomo è un «bipolo»: è unico come soggetto che pensa e interagisce; è bino come luoghi dove pensa e interagisce.

Primo: l'uomo è un bipolo. Il rapporto uomo macchina è duplice: un rapporto «intra-bipolare», e uno «interbipolare». Che cosa intendo per intra-bipolare? Se io, uomo, uso una macchina cui faccio eseguire attività inferenziali, che emulano me stesso in modo approssimato sul piano qualitativo, ma in modo molto più efficace sul piano quantitativo, è conveniente per me svolgere queste attività nella macchina invece che nel corpo, perché le mie attività inferenziali ne risultano amplificate. Allora io, uomo, con la macchina di fronte, ho una interazione tra me e me stesso, palleggiandomi tra l'attività creativa fatta nel mio corpo e l'attività fabbricativa fatta sempre più nella macchina.

Secondo: io, uomo, sono potenziato da questo bipolo. Con ciò si apre anche il discorso della liberazione del disabile dallo svantaggio: l'abilità non posseduta dal corpo può essere ottenuta nella macchina, anzi talora in un modo più efficace.

Terzo: è possibile interagire non solo *in presentia*, ma





Progetto di ricerca sull'interazione uomo-macchina in corso all'*Advanced Telecommunication Research Institute* a Kyoto: «Talking Eyes» un modello di interazione sociale di attori virtuali

anche *in absentia*. Ci sono tre possibili comunicazioni interbipolari *in absentia*: tra polo uomo-corpo e polo uomo-macchina, tra polo uomo-macchina e polo uomo-macchina, tra polo uomo-macchina e polo uomo-corpo.

Vorrei precisare che quando si pensa alla comunicazione *in absentia*, si pensa prevalentemente alle reti telematiche, a *world wide web*. Ma questa è solo una delle due modalità possibili della *comunicatio in absentia*; essa è nel *topos*, come direbbe Kant, nella categoria della sensibilità dello spazio. Con una comunicazione sincrona, o asincrona, io parlo con persone contemporanee, ma distanti nello spazio.

Grazie alle tecniche recenti di informatica e anche di intelligenza artificiale, le informazioni, che sono il risultato del pensiero di molti uomini, in particolare di uomini della cultura del passato, sono contenute in «magazzini» (*data warehouse*), che non chiamiamo «basi di dati» (*data base*) per sottolineare l'eterogeneità di questi dati. Per accedere a queste informazioni abbiamo bisogno di una squadra di «assistenti minatori» che scavino in queste enormi montagne di dati disomogenei e disaggregati, e scelgano alcune pepite rilevanti per rispondere ai quesiti e alle esigenze culturali che abbiamo. Questa è la *comunicatio in absentia* nel *cronos*, cioè nel tempo e non più nello spazio: chiameremo questa comunica-

zione diacronica.

Concludo con il fenomeno più importante nel rapporto uomo-macchina: il paradosso del «grande finito». L'uomo è incapace di conseguire l'infinito, ma neppure riesce a coprire tutto il finito. Grazie alla macchina, il bipolo uomo-macchina riesce a conquistare attività per l'uomo inconquistabili: il grande finito.

Sia ben chiaro: non solo rimane inaccessibile l'infinito, ma per motivi teorici che fanno capo alla teoria della complessità, resta inaccessibile anche quel «grandissimo finito» che nemmeno tra mille anni verrà conquistato, perché le sue dimensioni stanno all'esponente della formula matematica che approssima il tempo necessario alla metamacchina per emulare l'uomo. Una complessità di tipo polinomiale prima o poi può essere dominata, ma se la dimensione del problema sta all'esponente non c'è tecnologia che tenga.

L'uomo dunque «fa» la macchina e «fa fare» alla macchina; quindi l'uomo determina la macchina, senza che nulla sia lasciato all'autonomia della macchina. Ma l'uomo, pur determinando la macchina, non preconosce che cosa essa «fa» e come «fa». Questo pone ulteriormente in evidenza l'importanza del paradosso del grande finito.

La conclusione di questo tipo di distacco tra il «predeterminare» e il «preconoscere», che non è dato, e sempre più non sarà dato, con il crescere della

tecnologia, evidenzia una novità importantissima che vorrei illustrare attraverso due metafore.

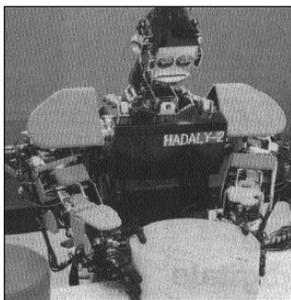
La prima è quella di Aladino, della lampada e del genio. L'altra è quella del *dominus*, della *domus* e del *maior domus*. Se l'uomo non preconosce la macchina, non darà più gli ordini alla macchina, pur essendo lui il *dominus*, ma porrà delle esigenze alla macchina di cui non conosce le possibilità; l'uomo a maggior ragione non potrà organizzare l'attività della macchina.

C'è bisogno di un'interfaccia tra l'uomo e la macchina che è parte della macchina: il genio della lampada, colui che sa che cosa la lampada è in grado di fornire. L'uomo-Aladino strofina la lampada, appare il genio che è parte della lampada, e chiede che cosa si vuole che sia fatto. Analogamente il lord inglese dice al suo maggiordomo, che è il capo della servitù, ma anch'egli parte della servitù, quello che desidera che sia fatto, e ci penserà il maggiordomo a organizzare l'attività. C'è quasi un dilemma, che si risolve armoniosamente, tra una complessità sempre crescente nell'irraggiungibile preconsenza da parte dell'uomo di ciò che la metamacchina fa, e tra una amicizia, una *friendliness*, una facilitazione che la macchina dà al suo *dominus* (padrone, utente), affinché non sia più necessario conoscerne in dettaglio il funzionamento per evocarne i servizi.

### ... e la realtà virtuale?

Un robot sostituisce l'uomo nell'interazione con il mondo, oltre che nel pensiero fabbricativo: è per così dire una supermacchina. Come avviene l'interazione tra il robot e l'uomo? Una volta c'erano solo schede perforate, poi la tastiera, poi il *mouse* e i microfoni, poi linguaggi ipertestuali. Man mano che il desiderio di utilizzare la macchina aumenta, soprattutto nel simulare una realtà che non è tangibilmente presente, il corpo dell'uomo per interagire con la macchina ha bisogno di un'«intercapedine», che chiameremo «robot inverso». È un nuovo tipo di macchina che si affianca al robot e all'elaboratore, e che permette all'uomo di interagire con l'elaboratore e/o con il robot diretto (si pensi al negativo di una fotografia che permette di ottenere un'immagine positiva dell'oggetto che si vuole fotografare). Se voglio con la mia mano, cioè con un attuatore naturale e reale, far muovere la mano del mio robot diretto, simulato nella realtà virtuale, che è l'attuatore artificiale e virtuale del robot che mi replica, occorre che esso conosca ciò che la mia mano ha fatto. E a questo scopo, se non voglio passare attraverso i lenti meccanismi di codifica della tastiera, occorre che la mia mano sia avviluppata da un guanto, che il mio corpo sia avviluppato da una tuta con dei sensori reali, ma artificiali, che sono il duale dei miei attuatori, reali e naturali. Questi sensori sono i sensori di un robot inverso, per-





Il robot *Hadaly-2*, sviluppato alla Waseda University di Tokio

ché è l'inverso rispetto al mio corpo e rispetto al mio corpo nella simulazione: infatti, ci sono i sensori dove ho gli attuatori. Viceversa, se voglio vedere con i miei sensori, gli occhi, ciò che avviene nella realtà simulata da parte del robot diretto (che è la replica di me stesso), occorre che accanto alle pupille dei miei occhi vi siano dei video posti sugli occhiali, cioè degli attuatori di immagine, che sono l'inverso dei miei sensori naturali e che sono anche l'inverso dei sensori virtuali e artificiali simulati nel mondo esterno. L'interazione uomo macchina ci porterà a essere più efficaci, se a questo maggiordomo comunicheremo il nostro volere non soltanto parlando e scrivendo, ma usando anche altri linguaggi, per esempio il linguaggio del corpo.

**Nella recente Enciclica *Fides et Ratio*, il Papa invita i tecnologici a innestare la loro azione nell'orizzonte della sapienza: pensa di poter raccogliere l'invito?**

Mi permetto di citare il Cardinale Martini: «*Quid est homo?*» Questa domanda ricorre più volte nel salmo ottavo di re Davide per sottolineare due diverse dicotomie, che vorrei ricordare anche perché in esse c'è il preambolo all'ultima Enciclica. La prima è tra l'uomo e la natura, la seconda tra la materia e lo spirito. Dice il salmo: «E creai il cielo con il sole e la luna e le stelle, e creai la terra con gli oceani, i mari, i

laghi, i fiumi, e creai l'uomo: *quid est homo?*». Qui si sottolinea la distinzione tra la natura esterna all'uomo e l'uomo, l'unico in grado di costruire la conoscenza di se stesso.

Per la seconda discrasia, cito ancora il salmo: «E creai l'uomo, e lo visitai, e lo abitai, e vi ci abito tuttora: *quid est homo?*». È la dicotomia tra uomo-corpo e uomo-spirito. Al di là del dilemma, che ha presentato Severino nell'intervista televisiva a commento all'Enciclica, se cioè sia vero che i diversi modelli nella storia dell'umanità non sono dei punti messi a caso nel firmamento, se questo ordine esiste, significa che c'è un motivo per l'ansia dell'uomo di conoscere ineffabilmente il *fenomenon* e il motivo è, usando il termine di Plotino, la «risonanza» tra il creatore e le creature.

Il limite della ragione è il trampolino che, in termini altrettanto ineffabili dell'intelligenza creativa, fornisce il punto finale al quale la ragione arriva e nel quale vi è quello slancio che non solo è di fede verso la percezione del divino, ma è anche di conoscenza di ciò che il divino ha realizzato con la sua creazione. È il messaggio dell'ultima Enciclica, che coglie un aspetto di verità umana che è comune alle grandi religioni monoteiste cioè il messaggio dell'esistenza del creato e del compito che l'uomo ha di conoscerlo e di rispondere alle domande che ho citato all'inizio di quest'intervista.

v