

FARE E FUNZIONARE

Sull'analogia di robot e organismo

Fabio FOSSA

(Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa)

In this essay I try to determine the extent to which it is possible to conceive robots and organisms as analogous entities. After a cursory preamble on the long history of epistemological connections between machines and organisms I focus on Norbert Wiener's cybernetics, where the analogy between modern machines and organisms is introduced most explicitly. The analysis of issues pertaining to the cybernetic interpretation of the analogy serves then as a basis for a critical assessment of its reprise in contemporary robotics and AI, where the line between organisms and technologies gets even more blurred. In brief, I argue for the necessity of defining the extent to which the analogy between robots and organisms applies in order not only to harness its heuristic potential, but also to keep track of the pivotal differences that distinguish the two classes of entities. Finally, I discuss how the ordinary use of language and the peculiar status of the idea of robot obstruct awareness of the differences between robots and organisms.

Keywords: Cybernetics, Life and Robotics, Organism-Machine Analogy.

1. Robot e organismi

Il tema delle righe che seguono è l'intersezione robotica e vita. Più precisamente, mi chiederò se sia possibile, o se sia opportuno, parlare di robot e organismi nei termini di entità analoghe. La domanda sorge spontanea a chi abbia familiarità con le riflessioni di filosofi, scienziati e critici che si occupano di robotica, riflessioni in cui l'agente artificiale è frequentemente accostato all'organismo vegetale, animale e umano. In un certo senso, però, il problema precede la robotica vera e propria, giovane esponente di un'assai più antica tradizione di pensiero. L'idea di macchina—cioè di un sistema semovente di parti che svolgono funzioni interagendo le une con le altre secondo la logica deterministica della causa e dell'effetto—è stata invocata come modalità di spiegazione scientifica dell'organismo ben prima che la tecnologia potesse supportare

simili speculazioni¹. Si pensi, per citare gli esempi più noti, alle osservazioni di Descartes circa il corpo organico nel *Discours de la méthode*² o a *L'homme machine*³ di Julien Offray de La Mettrie. Esseri viventi e macchine si rispecchiano gli uni nelle altre molto prima che la robotica moderna venga istituita. Nel discutere il rapporto analogico tra robot e organismo è importante tanto tenere a mente questa sorta di preistoria del problema quanto prestare attenzione al modo specifico in cui la questione si ripresenta nel contesto epistemologico dell'ingegneria robotica.

Che la robotica abbia sempre condotto uno strettissimo dialogo con il concetto di vita lo provano considerazioni tanto recenti quanto ormai classiche. Già nel 1948 John von Neumann poteva sostenere che gli organismi esibiscono regolarità illuminanti in vista della progettazione di automi e che, viceversa, il tentativo stesso di costruire automi offra una prospettiva stimolante nell'interpretazione degli «organismi naturali»⁴. La convinzione di von Neumann è tutt'ora largamente condivisa. Maria Chiara Carrozza, ad esempio, scrive nel suo libro *I robot e noi*: «Sviluppare il robot è come costruirsi un *alias*, perché esso se non è umanoide o animaloide, sicuramente assume delle caratteristiche che lo rendono simile o “assimilabile” a un sistema biologico»⁵. In modo affine, Roberto Cingolani e Giorgio Metta spiegano in *Umani e Umanoidi* che la realizzazione di quest'ultimi dipende dal tentativo di «riprodurre il nesso imprescindibile che esiste fra cervello, mente e corpo negli esseri viventi»⁶, cosicché «per avvicinare l'umanoide all'umano è necessario sviluppare sinergicamente delle tecnologie in grado di riprodurre (o almeno di imitare efficacemente) quel nesso unico fra corpo e mente che caratterizza gli esseri viventi»⁷. Della stessa opinione è Cynthia Breazeal, secondo la quale i robot autonomi possono essere descritti come sistemi il

¹ Hans JONAS, *Organismo e libertà*, Einaudi, Torino 1999, pp. 16-35, 75-80; Paolo ROSSI, *I filosofi e le macchine 1400-1700*, Feltrinelli, Milano 2017, pp. 145-152.

² René DESCARTES, *Discorso sul metodo*, Laterza, Roma-Bari 2007, pp. 75-79.

³ Julien Offray de LA METTRIE, *L'uomo macchina*, Mimesis, Milano 2015.

⁴ John VON NEUMANN, *The General and Logical Theory of Automata*, in ID., *Collected Works*, Vol. V, Macmillan Pergamon Press, New York 1948, pp. 288-289. Sull'influenza che il modello dell'organismo-macchina tuttora esercita sulla biologia e, in particolare, sulla biologia sintetica si veda Joachim BOLDT, *Machine Metaphors and Ethics in Synthetic Biology*, in “Life Sciences, Society and Policy”, n. 14, vol. 12, anno 2018, pp. 1-13.

⁵ Maria Chiara CARROZZA, *I robot e noi*, il Mulino, Bologna 2017, p. 32.

⁶ Roberto CINGOLANI, Giorgio METTA, *Umani e umanoidi*, il Mulino, Bologna 2015, p. 33.

⁷ *Ivi*, p. 39.

cui comportamento è un prodotto dell'interazione tra leggi della fisica da una parte e stati interiori dall'altra – aggiungendo, quasi di passaggio, «*as with living things*»⁸, «come avviene nel caso degli organismi».

Come suggerito dalle affermazioni riportate, un discorso analogico relativo a macchine e organismi è radicato nelle strutture di pensiero proprie della robotica. In più, il fatto che l'analogia di robot e organismo compaia a volte quasi per inciso, come se appartenesse al senso comune, o accompagnata da avverbi quali “sicuramente”, come se non avesse più bisogno di essere particolarmente evidenziata, dà un'idea di quanto a fondo essa sia penetrata negli schemi dell'ingegneria robotica. Ma per quanto l'analogia possa essere stata accolta nel linguaggio scientifico e nel senso comune, il problema di comprenderne con precisione i termini non è perciò risolto. Al contrario, esso assume semmai ancor più rilevanza, se è vero che ciò che passa come noto porta spesso con sé più di quanto sia effettivamente conosciuto.

Per comprendere meglio la portata e le implicazioni dell'analogia di robot e organismo può essere utile risalire a monte della sua vicenda epistemologica. L'uso incidentale dell'analogia, infatti, è l'ultimo effetto di un'impostazione teorica che la precede e ne getta le basi. Sebbene sia plausibile che tale impostazione possa essere ricondotta a più sorgenti, un ruolo primario nella sua costituzione è sicuramente da riconoscere alla cibernetica di Norbert Wiener, a cui dedicherò le prossime osservazioni. A prescindere dalla sua attualità tecnologica, la cibernetica rimane a mio avviso un punto di riferimento fondamentale per la determinazione dell'immagine che la scienza robotica ha di sé e dei propri prodotti. La dottrina di Wiener, introducendo in modo esplicito l'analogia di robot e organismo, offre lo spunto più opportuno per approfondirne i caratteri, trasmessi poi in eredità alla robotica contemporanea.

2. Principi di Cibernetica

La cibernetica, o scienza del controllo e della comunicazione, viene elaborata da Norbert Wiener tra gli anni Quaranta e Cinquanta del Novecento⁹. Essa sfugge ad una

⁸ Cynthia BREAZEAL, *Toward Sociable Robots*, in “Robotics and Autonomous Systems”, n. 42, anno 2003, pp. 167-175.

⁹ Per una ricostruzione della vicenda di Wiener cfr. la esaustiva biografia di Flo CONWAY, Jim SIEGELMAN, *L'eroe oscuro dell'età dell'informazione. Alla ricerca di Norbert Wiener, il padre della cibernetica*, Codice edizioni, Torino 2005.

netta definizione di ambito per situarsi in una posizione mediana tra le scienze e vivere di questa interdisciplinarietà¹⁰—rispecchiando in ciò la personalità del suo autore, ricercatore curioso e insofferente ad ogni delimitazione accademica. È proprio tale difficoltà di posizionamento che convince Wiener ad introdurre un termine inedito per la nuova disciplina. Il nome “cibernetica” intende riferirsi al vocabolo greco *kubernétes*, che significa “timoniere, pilota”, e rimanda allo scopo principale della ricerca: rendere conto scientificamente del comportamento conforme a scopo, quale che sia il medio che lo esprime—macchina o organismo¹¹. Ecco l’intuizione fondamentale della cibernetica: il comportamento conforme a scopo può essere descritto secondo il linguaggio della scienza tecnologica, cioè nei termini di una prestazione scomponibile, ricomponibile e riproducibile.

La dottrina cibernetica è retta sostanzialmente da due pilastri concettuali. Da una parte, essa è costituita da un’interpretazione dell’agire conforme a scopo di genere comportamentista, esposta da Wiener e colleghi in un celebre articolo del 1943 intitolato *Behavior, Purpose and Teleology*¹². Su tale struttura teorica si impianta poi l’analisi e lo studio dell’informazione, della sua trasmissione e delle funzioni di controllo che rende disponibili. Le due componenti della cibernetica sono, in ogni caso, strettamente legate, in quanto l’una completa l’altra e ne rende conto.

Prendiamo le mosse dalla dottrina del comportamento teleologico. Innanzitutto, è bene chiarire che cosa significhi assumere una metodologia comportamentista nello studio dell’agire. Il comportamento di un ente può essere inquadrato secondo due direttive fondamentali. Da una parte, esso può essere interpretato come l’atteggiamento proprio di un ente specifico, di cui è possibile rendere conto solo conoscendo le qualità distintive dell’ente in questione. Dall’altra, si può studiare un comportamento astraendo da ogni specificità relativa all’ente che agisce ed elaborandone un modello formale tramite il ricorso a concetti, quali *input* e *output*, che permettano una descrizione

¹⁰ Norbert WIENER, *Cybernetics, or, Control and Communication in the Animal and the Machine*, Martino Publishing, Mansfield Center 2013, pp. 2-3.

¹¹ *Ivi*, pp. 11-12; Norbert WIENER, *Introduzione alla Cibernetica. L’uso umano degli esseri umani*, Bollati Boringhieri, Torino 2012, p. 23.

¹² Arturo ROSENBLUETH, Norbert WIENER, Julian BIGELOW, *Behavior, Purpose and Teleology*, in “Philosophy of Science”, vol. 10, anno 1943, pp. 18-24; trad. it. in Norbert WIENER, *Dio e Golem s.p.a.*, Bollati Boringhieri, Torino 1991, pp. 89-105.

quantitativa delle condizioni iniziali e finali di un sistema¹³. Secondo quest'ultimo approccio, detto behaviorismo o comportamentismo, comprendere un comportamento significa prendere coscienza delle relazioni di causa-effetto che connettono *input* e *output*. La cibernetica ricorre a tale metodologia per rendere conto del comportamento conforme a scopo.

Un prerequisito fondamentale del successo di ogni azione conforme a scopo è la presenza del *feedback*¹⁴. La nozione di *feedback*, o retroazione, è il perno operativo della dottrina cibernetica. Il termine *feedback* indica il fenomeno per cui, in un sistema, parte dell'energia in uscita (*output*) rientra come energia di ingresso (*input*). Si parla poi di *feedback* positivo nel caso in cui l'energia rientrata si sommi all'energia del processo, aumentandone la potenza; se il *feedback* è negativo, invece, l'energia in uscita viene impiegata per contrastare, correggere e stabilizzare il processo. Solo un'azione dotata di un corretto *feedback* negativo sarà in grado di modificare se stessa nel corso del suo svolgimento e raggiungere con successo il proprio scopo.

In un senso più ampio, quindi, per *feedback*¹⁵ si intende un'istanza di determinazione del comportamento in grado di regolare i movimenti delle strutture dell'agente in conformità ad un obiettivo¹⁶. Un concetto di *feedback* basato sulla semplice nozione di energia, infatti, non è sufficiente a svolgere le funzioni di cui la cibernetica lo investe. Il *feedback* non ha il mero compito di reinserire energia nel sistema, ma di fare ciò conformemente ad una rappresentazione—nel nostro caso, ad uno scopo. La retroazione svolge la propria funzione regolatrice solo se trasmette informazioni: informazioni sullo stato del processo, dell'ambiente e dell'agente che possano essere rielaborate da un centro di comando e dare così corso a contromisure

¹³ ROSENBLUETH et al., *Behaviour*, cit., p. 18: «(...) the behavioristic approach consists in the examination of the output of an object and of the relations of this output to the input». Di conseguenza, la definizione cibernetica di comportamento è «any change of an entity with respects to its surroundings», *ibid.*. Cfr. anche WIENER, *Introduzione*, cit., pp. 25-26.

¹⁴ Cfr. *ivi*, pp. 19-20; WIENER, *Cybernetics*, cit., pp. 6-7, 96-98; WIENER, *Introduzione*, cit., pp. 25-28, 84-86.

¹⁵ D'ora in poi, per *feedback* e retroazione si intende *feedback* negativo.

¹⁶ Si noti come la nozione cibernetica di scopo diventi indistinguibile dalla nozione di effetto finale di una serie causale e possa così venir eletta a principio deterministico-meccanicistico di spiegazione dell'agire. ROSENBLUETH et al., *Behaviour*, cit., p. 24: «(...) teleology is not opposed to determinism, but to non-teleology. Both teleological and non-teleological systems are deterministic when the behavior considered belongs to the realm where determinism applies». Per una critica di tale approccio cfr. JONAS, cit., pp. 149-169.

di correzione. Il controllo reso possibile dal *feedback* dipende dall'informazione contenuta nel messaggio che esso comunica. Di conseguenza, il messaggio, l'informazione, la trasmissione dell'informazione, la sua rielaborazione, il processo di decisione basato su informazione, la trasmissione della decisione come informazione e la sua applicazione attraverso apparati esecutori sono tutti oggetti della scienza cibernetica. In tal senso si usa definire la cibernetica nei termini di una scienza della comunicazione e del controllo. L'informazione—come messaggio comunicato e ordine elaborato, ricevuto e applicato—è un elemento fondamentale della cibernetica.

Il comportamento conforme a scopo richiede, dunque, alcune condizioni strutturali. Prima di tutto, esso presuppone la capacità di gestire informazioni, cioè la presenza di un apparato percettivo unito ad un centro di rielaborazione dei dati e di emissione di comandi a strutture specifiche. Perché lo scopo si traduca in stato di fatto, è necessario che le condizioni iniziali siano apprese da un apparato sensoriale e comunicate ad un centro di elaborazione dati che determini come agire e trasferisca l'ordine alle strutture adibite all'azione; è anche necessario che l'apparato sensoriale continui a trasmettere dati relativi agli stati intermedi del processo, in modo che il centro di elaborazione possa sviluppare previsioni degli stati futuri del sistema e adeguare il proprio comportamento allo stato futuro coincidente con il raggiungimento dello scopo¹⁷. Inoltre, risultati più efficienti dipendono dalla possibilità di conservare informazioni relative alle prestazioni precedenti, agli errori più o meno frequenti e gravi, alle strategie di risoluzione di questi, ai successi e ai fallimenti. Un altro requisito dell'agire teleologico è quindi la memoria. A sua volta, la memoria apre le porte all'apprendimento, allo sviluppo autonomo—poiché basato sull'esperienza pregressa—di strategie, ovvero di schemi finalizzati al raggiungimento dell'obiettivo. Un sistema dotato di *feedback* e di capacità percettive, elaborative, attuative, mnemoniche e di apprendimento può essere definito un sistema cibernetico¹⁸.

Ma *quale ente* è un sistema cibernetico?

3. L'analogia cibernetica

A prima vista, sembrerebbe che il sistema cibernetico proponga un modello formale della vita organica. Il sistema cibernetico percepisce, elabora, sussume il particolare

¹⁷ Cfr. ROSENBLUETH et al., *Behaviour*, cit., p. 21; WIENER, *Introduzione*, cit., pp. 25-28.

¹⁸ WIENER, *Cybernetics*, cit., pp. XII-XV, 4, 43, 121-132.

sotto categorie¹⁹, decide, agisce in conformità a rappresentazioni, regola il proprio comportamento in modo retroattivo, ricorda, apprende ed è in grado di riprodursi²⁰. Come lo stesso Wiener nota, il modello cibernetico esibisce tutte le caratteristiche che Erwin Schrödinger, in un celebre libro del 1943²¹, aveva riconosciuto come attributi definitivi della vita: metabolismo e riproduzione ereditaria²² – a cui si deve aggiungere il carattere dell'irritabilità, che rientra nell'ambito della teoria del controllo tramite *feedback*. Macchina e organismo sono esplicitamente accostati nella riflessione cibernetica secondo un'*analogia* dai caratteri decisamente interessanti e che eserciterà una tenace influenza sulla scienza robotica.

Il rapporto di macchina e organismo è forse lo snodo filosoficamente più complesso della dottrina cibernetica. In continuità con il presupposto comportamentista, essa riconosce un'*unità essenziale*²³ dei problemi legati allo studio del comportamento della macchina e dell'organismo. I due fenomeni sono concepiti come paralleli²⁴. Macchina e organismo sono sistemi equivalenti, forniti di apparati analoghi, funzionanti secondo logiche e modalità corrispondenti²⁵. La cibernetica sembra poter rendere conto indifferentemente dei processi di funzionamento delle macchine computazionali e dei processi fondamentali della vita: la logica che sottostà ai due fenomeni, si afferma, è sostanzialmente la stessa. In virtù di questa unità di fondo, tra la macchina e l'organismo è possibile tendere un'*analogia cibernetica*²⁶.

Il termine "analogia", però, sembra assumere più di un significato nel discorso di Wiener. Da una parte, l'analogia pare svolgere una funzione *esplicativa*, secondo cui

¹⁹ *Ivi*, pp. 133-143.

²⁰ *Ivi*, pp. XII-XV, 177-180; WIENER, *Dio e Golem*, cit., pp. 40-52.

²¹ ERWIN SCHRÖDINGER, *Che cos'è la vita?*, Adelphi, Milano 1995.

²² WIENER, *Cybernetics*, cit., pp. 11, 42, 169. Può essere interessante osservare che per JONAS, cit., pp. 95-129, il fenomeno del metabolismo rappresenta invece il discrimine tra macchina e organismo.

²³ WIENER, *Cybernetics*, cit., p. 11.

²⁴ *Ivi*, p. 14; WIENER, *Introduzione*, cit., p. 29-30.

²⁵ WIENER, *Cybernetics*, cit., p. 43: «To sum up: the many automata of the present age are coupled to the outside world both for the reception of impressions and for the performance of actions. They contain sense organs, effectors, and the equivalent of a nervous system to integrate the transfer of information from the one to the other. They lend themselves very well to description in physiological terms. It is scarcely a miracle that they can be subsumed under one theory with the mechanisms of physiology».

²⁶ *Ivi*, pp. XIV-XV.

macchina e organismo possono essere accostati in quanto diverse esplicazioni o applicazioni del medesimo modello teorico. Il rapporto analogico di macchina e organismo è qui mediato dal comune riferimento al modello cibernetico, di cui entrambi sono espressione. In un simile contesto analogico, il principio di spiegazione non è da ricercarsi né nella macchina né nell'organismo in modo esclusivo, ma è riscontrabile in essi indifferentemente.

Si noti che, nell'analogia esplicativa, i due termini sono accomunati da un aspetto formale—l'esibizione di una logica uniforme del comportamento secondo scopi²⁷. Nulla di positivo si può dedurre riguardo l'effettiva conformazione dei due enti, se non solamente la presenza di quegli apparati riconosciuti come prerequisiti del modello cibernetico (apparato percettivo, centro di raccolta, elaborazione, comunicazione e conservazione dati, sistema di informazione retroattiva, apparato esecutore). L'effettiva conformazione degli apparati e dei processi contingenti tramite cui essi svolgono la propria funzione, però, rimane rispettivamente indeterminata e può manifestare differenze considerevoli da caso a caso. Inoltre, il fatto che gli enti siano comprensibili tramite il modello cibernetico non significa che il loro comportamento non sia comprensibile se non tramite questo modello. Essendo il rapporto di macchina e organismo non immediato, ma mediato dal modello teorico; e, inoltre, avendo optato per una metodologia che esclude la considerazione di ogni aspetto qualitativo a vantaggio dell'aspetto formale, dall'analogia non è lecito dedurre una continuità concreta tra macchina e organismo, ma solo un rapporto astratto di esplicazione tra termine reale e modello. Dunque, la macchina non spiega l'organismo, così come l'organismo non spiega la macchina; entrambi sono casi del modello cibernetico, e il modello cibernetico ne rende indifferentemente conto.

L'analogia esplicativa è un dispositivo concettuale tanto produttivo quanto delicato, poiché si incardina su un equilibrio assai difficile da conservare. L'equilibrio dovrebbe basarsi sulla superiorità esplicativa del modello astratto manifestato in modo plurale ma uniforme da enti concreti, nessuno dei quali possa vantare una posizione primaria rispetto ai suoi analoghi. Tuttavia, è inevitabile che i diversi enti in questione rappresentino il modello teorico secondo gradi di precisione, chiarezza o semplicità differenti. Ciò rende l'analogia esplicativa uno strumento espressivo instabile, esposto

²⁷ ROSENBLUETH et al., *Behaviour*, cit., p. 22: «a uniform behavioristic analysis is applicable to both machines and living organisms, regardless of the complexity of the behavior».

com'è al rischio di sbilanciarsi a favore di una sua particolare concrezione. Alla fine, il modello astratto si fonde con un caso reale a cui riportare altri casi più confusi, complessi o di difficile analisi.

Il decadimento dell'analogia esplicativa provoca così un riassetamento della sua logica interna nella direzione di ciò che potremmo definire un'analogia *oggettiva*. Nello scenario che ne consegue, l'asse della comparazione analogica varia considerevolmente. La verticalità dell'analogia esplicativa tende ad appiattirsi su una disposizione orizzontale, per cui si ricorre ad una peculiare conformazione concreta come esibizione piena del modello. Ora, in altre parole, è la struttura reale—e non più un modello solo formale—a rendere conto degli analoghi meno evidenti. Un'unica struttura particolare è in grado di illuminare i casi analoghi. Se nell'analogia esplicativa la riduzione della specifica struttura dell'ente al modello non è permessa, ora questo passaggio è lo scopo stesso dell'analisi. Mentre l'analogia esplicativa ha l'intento di esibire i caratteri fondamentali di un modello teorico, l'analogia oggettiva apre la possibilità di concepire l'organismo in tutto e per tutto come se fosse una macchina, o viceversa²⁸.

È evidente che l'analogia oggettiva, diversamente da quella esplicativa, rischi di ribaltarsi in un rapporto di identità. Nondimeno, tra le due strutture logiche permane una differenza. Wiener è consapevole del fatto che la tesi dell'identità di macchina e organismo sia poco significativa, anche da un punto di vista meramente ingegneristico. Per chiarire meglio la differenza tra analogia oggettiva e identità Wiener ricorre ai concetti di *immagine pittorica* e *immagine operativa*²⁹. Nel primo caso, la somiglianza tra la struttura biologica e quella tecnologica è totale, e si può parlare di fedele riproduzione; nel secondo, quello che riguarda l'ingegneria cibernetica, il rapporto tra struttura biologica e tecnologica è di imitazione funzionale. Il modello e la copia, per quanto diversi da un punto di vista descrittivo, sono interscambiabili se si considera la

²⁸ Wiener è convinto che la cautela intimata dal pubblico dei benpensanti in relazione all'equiparazione di organismo e macchina sia del tutto mal riposta e derivi più dal timore reverenziale nei confronti di un tabù invece che da un'equilibrata valutazione critica della questione. Lo stesso Wiener, però, si lascia andare ad una veemenza eccessiva, e non si avvede del fatto che la sua posizione, se intesa in senso assoluto, è tanto pregiudiziale quanto quella contraria. Si vedano, a riguardo, le dure pagine di WIENER, *Dio e Golem*, cit., pp. 15-17, 48-51. Il problema del difficile equilibrio tra le due analogie è colto anche da Hans-Georg GADAMER, *Dove si Nasconde la Salute?*, Raffaele Cortina Editore, Milano 1994, pp. 20-21.

²⁹ WIENER, *Dio e Golem*, cit., p. 37.

funzione che svolgono. L'idea guida dell'ingegneria cibernetica non è la riproduzione esatta della vita biologica—che, potremmo dire ora, ispira alcuni settori delle biotecnologie—ma l'imitazione funzionale della capacità organica di fare.

Ciò a cui aspira l'ingegnere cibernetico, dunque, è un'imitazione di un certo genere di comportamento organico, in modo che quello stesso comportamento sia svolto secondo elevati standard di efficienza, potenza, rapidità, precisione e produttività. Tuttavia, l'imitazione funzionale del fare biologico non può, in un simile contesto epistemico, non *gettare una nuova luce* sull'organismo³⁰. Ora, in altre parole, non si è più portati a pensare l'organismo nel senso di una differente esplicazione di un modello formale comune. L'organismo rappresenta invece una complicazione di quanto la macchina esibisce più chiaramente: è una macchina complessa, e le macchine più semplici che siamo in grado di costruire ne possono dipanare l'opacità.

L'esito a cui si è giunti mostra quanto sia difficile preservare il delicato equilibrio dell'analogia esplicativa nell'ambito della riflessione cibernetica. La propensione per le categorie della macchina come elementi di una teoria universale del comportamento conforme a scopo, infatti, è già da sempre contenuta nella metodologia cibernetica, che è poi la metodologia della scienza robotica. È secondo tale decisione preliminare che il rapporto tra macchina e organismo ottiene la sua impostazione cibernetica. Si spiega così il senso delle frequenti affermazioni di Wiener secondo cui, per quanto un'uguaglianza tra macchina e organismo sia impensabile, i due elementi sono analoghi e la comprensione dell'uno non può che gettare luce sull'altro. La macchina rappresenta l'elemento noto in grado di rendere conto del confuso e oscuro organismo³¹.

³⁰ WIENER, *Introduzione*, cit., p. 15. La tesi secondo cui lo studio della macchina possa gettare nuova luce sulla comprensione dell'organismo, ovvero che sia semplicemente lecito pensare l'organismo come se fosse una macchina, senza curarsi di ciò che è preliminarmente rifiutato dall'equiparazione, è un carattere dell'approccio analogico oggettivo (WIENER, *Dio e Golem*, cit., pp. 21, 36, 50). Qui non si tratta, però, di negare la legittimità dell'approccio, ma di intenderne i presupposti, dunque i limiti, quindi i saperi che devono essergli affiancati a tutela della complessità del fenomeno studiato.

³¹ Esempi di ciò si possono leggere in WIENER, *Dio e Golem*, cit., pp. 110-112, per quanto riguarda la riproduzione cibernetica di organi di senso; in WIENER, *Cybernetics*, cit., pp. 116-132 in relazione all'analogia tra una sessione della macchina e il sistema nervoso centrale di animali e uomini; e in WIENER, *Cybernetics*, cit., pp. 116-132, 169-180, nonché in WIENER, *Introduzione*, cit., 88-100 in rapporto alla nozione di apprendimento.

4. Fare e funzionare

È proprio nel collasso dalla dimensione esplicativa a quella oggettiva che l'analogia di robot e organismo diventa problematica. Se il rapporto analogico può essere definito, in generale, come somiglianza nella differenza, il problema dell'analogia cibernetica risiede nel fatto che essa neutralizza progressivamente l'incidenza delle differenze che separano i due termini, spingendo così verso l'appiattimento di un polo all'altro. Essendo l'imitazione funzionale dell'organismo una sorta di ideale regolativo della cibernetica, una meta a cui puntare indefinitamente, il suo sviluppo corrisponde ad un ampliamento delle somiglianze tra macchina e organismo e ad una corrispondente marginalizzazione delle differenze. L'analogia cibernetica di macchina e organismo, basandosi sul tentativo di offrire un modello valido del comportamento in sé, tende inevitabilmente alla sussunzione dell'un termine all'altro. La medesima tendenza si ritrova in molti ambiti della robotica e dell'intelligenza artificiale contemporanee, dove si suggerisce che la modellizzazione e riproduzione tecnologica di un comportamento organico possa valere senz'altro come sua spiegazione e indicare la via per un suo miglioramento³².

L'esito riduzionistico dell'analogia di robot e organismo insospettisce circa la bontà teorica della sua impostazione. Per intenderne la problematicità, è soprattutto necessario chiarire le condizioni in cui l'analogia emerge. Esse, infatti, ne marcano anche i limiti di validità. L'analogia di robot e organismo sorge nel contesto epistemologico della robotica in senso lato, il cui scopo generalissimo è la costruzione di sistemi che siano in grado di svolgere attività date senza richiedere la supervisione e l'intervento costante da parte nostra e che, possibilmente, svolgano la data attività in modo più efficiente. Un riferimento al mondo della vita, quindi, è già da sempre incluso nella missione della robotica. Essendo una scienza che mira alla riproduzione della capacità di fare, la robotica non può che prendere le mosse dalle uniche realtà che manifestano tale capacità, ovvero dagli organismi: l'organismo è l'oggetto di osservazione iniziale della robotica. Una volta individuato il proprio oggetto di

³² Un esempio su tutti: l'esperienza morale. Già c'è chi interpreta il tentativo di imitare il comportamento morale umano per mezzo della robotica e dell'IA come la via che conduce alla definitiva scoperta del suo funzionamento, così che diventi possibile realizzare sistemi tecnologici in grado di cogliere le "verità morali" e pacificare definitivamente le nostre travagliate coscienze. Su ciò mi sia permesso di rimandare a Fabio FOSSA, *Artificial Moral Agents: Moral Mentors or Sensible Tools?*, in "Ethics and Information Technologies", n. 20, vol. 2, anno 2018, pp. 115-126.

osservazione, però, la robotica lo tratta secondo il proprio linguaggio e attraverso le proprie strutture epistemologiche. Il discorso della robotica sul mondo della vita, in altre parole, non è quello del biologo, così come non è quello del poeta o del filosofo, ma è quello dell'ingegnere. Il suo discorso parla il linguaggio meccanicistico della causa e dell'effetto, della misurazione, dell'analisi, della composizione e della funzione³³.

Qui emerge la ragione per cui non è permesso che l'analogia cibernetica si faccia oggettiva. La robotica non può che ragionare nei termini di correlazioni tra cause ed effetti misurabili, scomponibili e manipolabili. Il robot, d'altra parte, è un artefatto in grado di svolgere in autonomia determinate funzioni, cioè di eseguire una serie finita di passaggi concatenati tra loro in cui cause (input) diventano effetti (output). Un simile modello appartiene alla logica della macchina e solo per estensione può eventualmente riguardare l'organismo.

Tuttavia, tra robot e organismo permane una differenza essenziale che riguarda il modo in cui i due enti si relazionano agli scopi della propria attività. Lo scopo di ogni robot è predeterminato: i robot, in quanto prodotti dell'uomo, sono concepiti per svolgere una qualche funzione, cioè per servire qualche scopo. Un robot che non serve nessuno scopo in particolare è o inconcepibile o difettoso. Ma se non è il robot a porre scopi a se stesso, qualcun altro dovrà porli a lui; e a porre gli scopi perseguiti dai robot è chi progetta e poi realizza i robot. La capacità di progettare e realizzare un robot presuppone però la capacità di porre autonomamente scopi a sé e di scegliere altrettanto autonomamente di perseguire tali scopi.

Si tratta, questo, di un genere di autonomia (la si potrebbe definire *pratica*) che non può essere espresso in termini di causa-effetto, in quanto prevede un momento riflessivo da cui scaturisce un inizio assoluto—la decisione circa lo scopo da perseguire. La decisione circa lo scopo non è un comportamento indirizzato ad uno scopo, e quindi rimane inesprimibile nel linguaggio della causa e dell'effetto approntato dalla cibernetica ed ereditato dalla robotica. A monte del progetto robotico sta una riduzione del fare organico ad esecuzione di funzione che esclude sin dall'inizio l'autonomia pratica, la relazione diretta agli scopi. Ciò non significa, però, che essa non esista, e nemmeno che agli occhi dell'ingegneria robotica non possa esistere: al contrario, l'autonomia pratica traccia il limite estremo della riproducibilità robotica del fare

³³ Sui caratteri fondamentali del saper-fare tecnologico si veda JONAS, cit., pp. 239-262 e Hans JONAS, *Dalla fede antica all'uomo tecnologico*, il Mulino, Bologna 1991, pp. 95-140; P. ROSSI, cit., pp. 149-150.

organico e, allo stesso tempo, misura l'estesissimo campo in cui la robotica può esercitare la sua straordinaria creatività. Questo è il campo dell'autonomia *funzionale*, della mera capacità di conseguire in autonomia scopi dati, di funzionare da sé: una regione dell'essere del tutto inedita. Ma il fare organico, che esibisce la capacità di porre scopi a sé in autonomia, secondo esigenze poste direttamente dal proprio esistere nel mondo, è irriducibile alla dimensione dell'autonomia funzionale: e dunque l'analogia cibernetica non può trascorrere dal piano dell'esplicazione a quello dell'oggettività³⁴.

5. Conclusione: un problema di linguaggio

Mantenere la coscienza della differenza di robot e organismi, tuttavia, non è per niente facile. Da una parte, per descrivere le funzioni svolte dai robot non possiamo che ricorrere alle parole che usiamo solitamente per parlare delle funzioni organiche oggetto di imitazione. Così, per estensione, diciamo che i robot si adattano, agiscono, prendono decisioni, parlano, sono creativi, autonomi, intelligenti, degni o indegni di fiducia, ecc.: tutte parole che appartengono originariamente al fenomeno della vita. Il processo linguistico di estensione semantica³⁵ appena descritto esercita una pressione tanto latente quanto intensa sul delicato equilibrio dell'analogia, contribuendo non poco a offuscare le differenze dei termini correlati.

Al problema posto dall'estensione semantica si deve poi aggiungere la peculiare condizione dell'idea di robot, ibrido senza precedenti di scienza e immaginazione. L'idea di robot, infatti, ha la particolarità di essere stata oggetto dell'immaginazione mitica e poetica molto prima che se ne rendesse disponibile un'adeguata rappresentazione scientifica; la stessa elaborazione scientifica dell'idea di robot non può

³⁴ Sulla differenza esibita da organismi (in particolare gli esseri umani) e agenti artificiali per quanto riguarda la relazione agli scopi, su cui non è possibile discutere ulteriormente in questa sede, si vedano ad esempio Hans JONAS, *Organismo e Libertà*, cit. pp. 149-169; Joanna J. BRYSON e Philip KIME, *Just an artifact: Why machines are perceived as moral agents*, 2011; Deborah G. JOHNSON, *Computer Systems: Moral Entities, but not Moral Agents*, in M. ANDERSON e S.L. ANDERSON (a cura di), *Machine Ethics*, Cambridge University Press, Cambridge 2011, pp. 168-183; Adriano FABRIS, *Etica delle macchine*, in "Teoria", n. XXXVI, v. 2, anno 2016, pp. 119-136. Si veda anche Fabio FOSSA, *Artificial Moral Agents*, cit..

³⁵ Ho discusso la questione dell'estensione semantica in relazione al problema della creatività degli agenti artificiali in Fabio FOSSA, *Creativity and the machine. How technology reshapes language*, in "Odradek", vol. 3, n. 1-2, anno 2017, pp. 177-213.

dirsi del tutto estranea a quanto è stato scritto e immaginato sulla capacità umana di riprodurre la vita tramite la tecnica, di creare artefatti viventi. L'idea è un archetipo dell'immaginario umano³⁶. Ma se nel mito di Pigmalione³⁷ e nella tradizione del Golem³⁸ l'artefice è coadiuvato dalla potenza divina, nel racconto di Pinocchio dalla magia, e nel dramma R.U.R. di Karel Čapek³⁹ (dove per la prima volta compare il termine "robot") dalla fantascienza, ora sembra che l'artefice non abbia più bisogno di aiuto esterno e che in futuro saremo finalmente in grado di costruire robot che diano l'impressione di essere vivi. La robotica chiama in causa l'intero repertorio dell'immaginario mitico e poetico della vita artificiale, tanto antico quanto ancora estremamente influente.

La sfera del sogno e quella della scienza sono naturalmente distinte, ma non si può evitare che si tocchino nell'immaginazione; e l'immaginazione può scordarsi la prudenza della riflessione critica e saltare d'un balzo la linea di separazione tra robotica e vita, sia per spingere la scienza ai suoi confini più estremi, sia per esplorare la vita stessa riflessa dallo specchio del robot. Negare il valore euristico dell'immaginazione poetica per quanto accade sia dentro il laboratorio che fuori dalle sue mura non è però una tesi condivisibile; al contrario, i prodotti più nobili della letteratura fantascientifica giocano un ruolo importante sia nella definizione delle funzioni che è possibile delegare a macchine autonome, sia ai problemi etici, psicologici e sociali che ne possano derivare. Ma ciò non significa che non sia necessario ribadire l'importanza del modo in cui usiamo le parole, soprattutto fuori dal laboratorio e in ambito non fantascientifico, quando parliamo e scriviamo di robotica. La tendenza a descrivere il robot come se fosse un organismo è strutturale e non sempre è sensato o possibile resisterle; ma si dovrebbe fare attenzione a che la natura strumentale, artificiale e inerte dell'oggetto robotico emerga con chiarezza e argini l'istinto umano di proiettare la vita, con tutte le aspettative che essa porta con sé, su un ente che, per quanto simile ad essa, non è nelle condizioni di sostenere le suddette aspettative.

³⁶ Fiorella BATTAGLIA, Nathalie WEIDENFELD (Eds.), *Roboethics in film*, Pisa University Press, Pisa 2014.

³⁷ Si veda, ad esempio, OVIDIO, *Metamorfosi*, Einaudi, Torino 1994, pp. 399-401 [X, 243-297].

³⁸ Barbara HENRY, *Dal Golem ai Cyborgs*, Salomone Belforte & C., Livorno 2013.

³⁹ Karel ČAPEK, *R.U.R.*, Marsilio, Padova 2015.

Come scrisse Friederich Nietzsche su tutt'altro tema: «Non c'è niente da fare, dobbiamo usare tali parole, chiudendo però al riguardo il nostro orecchio ai suggerimenti di un'antica abitudine»⁴⁰.

Nota Bibliografica

Fiorella BATTAGLIA, Nathalie WEIDENFELD (eds.), *Roboethics in film*, Pisa University Press, Pisa 2014.

Joachim BOLDT, *Machine Metaphors and Ethics in Synthetic Biology*, in "Life Sciences, Society and Policy", n. 14, vol. 12, 2018, pp. 1-13.

Cynthia BREAZEL, *Toward Sociable Robots*, in "Robotics and Autonomous Systems", n. 42, 2003, pp. 167-175.

Joanna J. BRYSON e Philip KIME, *Just an artifact: Why machines are perceived as moral agents*, "University of Bath", 2011, <https://www.cs.bath.ac.uk/~jib/ftp/BrysonKime-IJCAI11.pdf>

Karel ČAPEK, *R.U.R.*, Marsilio, Padova 2015.

Maria Chiara CARROZZA, *I robot e noi*, il Mulino, Bologna 2017.

Flo CONWAY, Jim SIEGELMAN, *L'eroe oscuro dell'età dell'informazione. Alla ricerca di Norbert Wiener, il padre della cibernetica*, Codice edizioni, Torino 2005.

Roberto CINGOLANI, Giorgio METTA, *Umani e umanoidi*, il Mulino, Bologna 2015.

René DESCARTES, *Discorso sul metodo*, Laterza, Roma-Bari 2007.

Adriano FABRIS, *Etica delle macchine*, in "Teoria", n. XXXVI, v. 2, 2016, pp. 119-136

Fabio FOSSA, *Creativity and the machine. How technology reshapes language*, in "Odradek", vol. 3. n. 1-2, 2017, pp. 177-213.

⁴⁰ Frederich NIETZSCHE, *Umano, Troppo Umano, II*, Adelphi, Milano 1981, p. 170.

- Fabio FOSSA, *Artificial Moral Agents: Moral Mentors or Sensible Tools?*, in “Ethics and Information Technologies”, vol. 20, n. 2, 2018, pp. 115-126.
- Hans-Georg GADAMER, *Dove si Nasconde la Salute?*, Raffaele Cortina Editore, Milano 1994.
- Barbara HENRY, *Dal Golem ai Cyborgs*, Salomone Belforte & C., Livorno 2013.
- Deborah G. JOHNSON, *Computer Systems: Moral Entities, but not Moral Agents*, in M. ANDERSON e S.L. ANDERSON (a cura di), *Machine Ethics*, Cambridge University Press, Cambridge 2011, pp. 168-183.
- Hans JONAS, *Dalla fede antica all'uomo tecnologico*, il Mulino, Bologna 1991.
- Hans JONAS, *Organismo e libertà*, Einaudi, Torino 1999.
- Julien Offray de LA METTRIE, *L'uomo macchina*, Mimesis, Milano 2015.
- Frederich NIETZSCHE, *Umano, Troppo Umano, II*, Adelphi, Milano 1981.
- OVIDIO, *Metamorfosi*, Einaudi, Torino 1994.
- Arturo ROSENBLUETH, Norbert WIENER, Julian BIGELOW, *Behavior, Purpose and Teleology*, in “Philosophy of Science”, vol. 10, n. 1, anno 1943, pp. 18-24.
- Paolo ROSSI, *I filosofi e le macchine 1400-1700*, Feltrinelli, Milano 2017.
- Erwin SCHRÖDINGER, *Che cos'è la vita?*, Adelphi, Milano 1995.
- John VON NEUMANN, *The General and Logical Theory of Automata*, in ID., *Collected Works*, Vol. V, Macmillan Pergamon Press, New York 1948, pp. 288-326.
- Norbert WIENER, *Cybernetics, or, Control and Communication in the Animal and the Machine*, Martino Publishing, Mansfield Center 2013.
- Norbert WIENER, *Introduzione alla Cibernetica. L'uso umano degli esseri umani*, Bollati Boringhieri, Torino 2012.
- Norbert WIENER, *Dio e Golem s.p.a.*, Bollati Boringhieri, Torino 1991.