

La Nuova Critica, 2005, 45-46, pp. 149-158

Materialismo e operazionismo, reti neurali e simulazioni

Domenico Parisi

Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione
Consiglio Nazionale delle Ricerche

Due idee che Vittorio Somenzi sosteneva cinquant'anni fa oggi sono diventate idee dominanti che orientano la ricerca scientifica piu' avanzata nel campo del comportamento e della cognizione. La prima idea e' il "materialismo" di Somenzi, cioe' la tesi che per studiare il comportamento, e la vita psichica in quegli organismi che, come gli esseri umani, ce l'hanno, bisogna usare gli stessi concetti che le scienze della natura usano per studiare la natura, concetti che non postulano entita' mentalistiche non osservabili quali rappresentazioni, credenze, scopi e intenzioni, ma si riferiscono unicamente a entita' fisiche, osservabili direttamente o con strumenti, soggette soltanto a processi di causalita' fisica, e aventi natura intrinsecamente e fino in fondo quantitativa. La seconda idea e' l' "operazionismo" che Somenzi derivava da Bridgman e da Dingler, cioe' la tesi che il significato di un concetto sono le operazioni che effettivamente compiamo quando usiamo il concetto, e non cose come la definizione verbale del concetto o entita' astratte di vario tipo.

Oggi il materialismo nello studio della mente e' rappresentato dalle reti neurali, modelli che sono ispirati al modo in cui e' fatto e funziona fisicamente il sistema nervoso e che vengono usati per spiegare il comportamento e la vita psichica degli organismi. Le reti neurali parlano soltanto di neuroni e di sinapsi, e cercano di spiegare il comportamento, le capacita', e i diversi aspetti della vita psichica come le immagini mentali, i pensieri e la vita emotiva, unicamente in termini di neuroni e sinapsi, abolendo ogni riferimento a entita' mentalistiche in linea di principio non osservabili. L'operazionismo e' rappresentato dalle simulazioni, un nuovo metodo di ricerca che mira a spiegare i fenomeni della realta' riproducendoli in sistemi artificiali e che oggi e' usato in molti campi della ricerca scientifica e in particolare nello studio del comportamento. Le simulazioni sono un nuovo modo di esprimere i concetti e i modelli della scienza sotto forma di programmi di computer, in maniera tale che, quando il programma "gira" nel computer, i risultati che si ottengono costituiscono le predizioni empiriche derivate dai concetti e dai modelli incorporati nel programma. In questo modo il significato dei nostri concetti e delle nostre teorie viene a consistere nelle operazioni che compie il programma e nei risultati di tali operazioni, e in nient'altro.

Le scienze cognitive oggi danno ragione a Somenzi ma hanno impiegato cinquant'anni per farlo. In tutta la meta' del '900 le due idee del materialismo e dell'operazionismo non sono state molto popolari nello studio della mente, e la scienza cognitiva si e' mossa in direzioni sostanzialmente diverse da quelle indicate da Somenzi. I modelli teorici della scienza cognitiva e dell'intelligenza artificiale sono stati per molto tempo modelli non materialistici bensì modelli ispirati all'idea che la mente, come un computer, sia un "lavorare su simboli" (symbol processing). Se la mente e' "lavorare su simboli", il cervello e il corpo sono altrettanto irrilevanti per capire la mente quanto l'hardware del computer e' irrilevante per capire il suo software. I concetti e i modelli con cui descrivere e spiegare il comportamento hanno trovato per decenni la loro fonte di ispirazione nella scienza del software del computer, cioe' nell'informatica, e non nelle scienze che studiano il cervello e il corpo, cioe' nelle neuroscienze e in generale nelle scienze biologiche e fisiche. Le cose sono cambiate solo verso la fine del secolo scorso, quando e' cominciato a diventare chiaro che la mente funziona in modo diverso da un computer e che non ha senso studiare la mente ignorando i

grandi progressi delle neuroscienze e delle scienze biologiche. E' a questo punto che sono emerse le reti neurali, cioè modelli quantitativi e non simbolici che riproducono in forma semplificata quello di cui e' fatto fisicamente il sistema nervoso, cioè neuroni e sinapsi, e il modo con cui funziona il sistema nervoso, cioè propagando eccitazioni e inibizioni attraverso le sinapsi che uniscono i neuroni, determinando in questo modo il livello di attivazione posseduto in ogni determinato istante da ogni singolo neurone, e modificando il comportamento attraverso la modifica dei "pesi" sinaptici (apprendimento). Le reti neurali sono diventate progressivamente parte di modelli piu' ampi, i modelli della Vita Artificiale, che non si limitano a considerare il sistema nervoso ma lo integrano all'interno del corpo dell'organismo che contiene altri organi e sistemi al di la' del sistema nervoso, e inseriscono il corpo dell'organismo all'interno dell'ambiente fisico con cui l'organismo interagisce. In questo modo il punto di vista materialistico di Somenzi ha avuto la sua piu' completa rivendicazione. Per spiegare il comportamento e la cognizione, questi modelli non chiamano in causa altre cose che non siano entita' fisico-chimiche e processi di causa e effetto di natura fisico-chimica.

Le reti neurali e i modelli della Vita Artificiale sono modelli simulativi, cioè modelli espressi sotto forma di programmi di computer. Tradizionalmente, la scienza esprime i suoi modelli e le sue teorie o in forma verbale o mediante formule matematiche. Le teorie espresse in forma verbale sono spesso vaghe, ambigue, puramente qualitative, e non e' chiaro quali predizioni empiriche si possono derivare da esse. Le teorie espresse in forma matematica invece sono precise, non ambigue e, ovviamente, quantitative, e inoltre definiscono con chiarezza quali predizioni empiriche si possono derivare da esse. E' stata l'adozione di teorie quantitative e espresse in forma matematica che, insieme all'adozione del metodo sperimentale (vedi sotto), ha determinato i grandi progressi delle scienze della natura dal '600 in poi. Il problema e' che molti fenomeni della realta', specialmente ma non esclusivamente nel campo del comportamento umano, non sono descrivibili e spiegabili mediante le formule matematiche tradizionali. E questo spiega la lentezza dei progressi delle scienze del comportamento umano. Le simulazioni sono un nuovo modo di formulare le teorie e i modelli in modo preciso, non ambiguo, quantitativo, e determinando in modo non controvertibile quali sono le loro predizioni empiriche, che coincidono con i risultati della simulazione. Il vantaggio delle simulazioni e' che, mentre gli strumenti matematici tradizionali non sono applicabili a molti fenomeni della realta', tutto puo' essere simulato. Le simulazioni sono la "nuova matematica".

L'altro vantaggio delle simulazioni e' che una simulazione, una volta costruita, funziona come un laboratorio sperimentale virtuale. Come nel laboratorio sperimentale reale, il ricercatore osserva i fenomeni (simulati) in condizioni controllate, manipola le variabili e i parametri della simulazione e determina le conseguenze delle sue manipolazioni. L'importanza del metodo sperimentale nella scienza e' indicata ancora una volta dai grandi progressi delle scienze della natura, che hanno adottato sistematicamente il metodo degli esperimenti di laboratorio, mentre le scienze dell'uomo hanno potuto fare pochi e piu' discutibili progressi proprio perche' in queste scienze non solo e' difficile formulare le teorie in forma matematica ma e' anche difficile fare esperimenti. Anche da questo punto di vista le simulazioni come laboratori sperimentali virtuali vengono in aiuto alle scienze dell'uomo. Le simulazioni sono il "nuovo laboratorio sperimentale".

Quando si parla di computer nelle scienze cognitive e' necessario distinguere nettamente tra due usi del computer. Il primo uso e' quello in base al quale il computer viene preso come ispirazione per costruire modelli della mente e del comportamento. Questo uso del computer, come abbiamo visto, e' anti-materialistico in quanto si basa su una visione della mente che, come il computer, "lavora su simboli", ignorando le caratteristiche fisiche del sistema nervoso e del resto del corpo. Il secondo uso del computer nelle scienze cognitive e' come semplice strumento di ricerca, cioè come strumento per fare le simulazioni. I due usi sono completamente diversi e bisogna fare attenzione a

non confonderli tra loro. Chi adotta la concezione anti-materialistica della mente secondo la quale la mente e' "lavorare su simboli" utilizza il computer nel primo senso ma raramente nel secondo, cioe' come strumento per fare simulazioni. Invece chi adotta la concezione materialistica secondo la quale il comportamento e la vita psichica vanno spiegati direttamente in termini di neuroni e sinapsi rigetta l'uso del computer come modello della mente ma lo usa sistematicamente come strumento per fare le simulazioni.

Un'altra confusione che va evitata e' quella di pensare che siccome i modelli materialisti delle reti neurali sono modelli simulativi, cioe' modelli espressi come programmi di computer, questo automaticamente significa che questi modelli sono come quelli della scienza cognitiva simbolica e dell'intelligenza artificiale basati sull'analogia tra la mente e il software di un computer. Le cose non stanno cosi'. Un modello materialista della mente, cioe' un modello che ritiene che il comportamento e la mente vadano studiati usando soltanto concetti che fanno riferimento a entita' fisiche e a processi fisici, e non a simboli e al lavorare su simboli, puo' benissimo essere un modello simulato in un computer. In un computer tutto puo' essere simulato senza per questo assumere che quello che viene simulato e' simboli e lavorare su simboli. Ad esempio possiamo costruire un modello simulativo dell'oceano senza per questo assumere che l'oceano sia simboli e lavorare su simboli. Lo stesso vale per il comportamento e per la vita psichica. Possiamo simulare il comportamento, la cognizione e la vita psichica in un computer, o in un artefatto fisico controllato da un computer come un robot, senza per questo assumere che il comportamento, la cognizione e la vita psichica siano simboli e lavorare su simboli. Questo e' quello che fanno le reti neurali e i modelli della Vita Artificiale.

Se le due idee somenziane del materialismo e dell'operazionismo sono state pienamente rivendicate dagli sviluppi recenti della scienza cognitiva, oggi si intravedono direzioni di ricerca che ancora piu' estesamente si fondano su queste due idee. Il materialismo si presenta oggi come visione unificata di tutti i fenomeni del mondo vivente, dove i fenomeni del mondo vivente non sono soltanto quelli studiati dalle scienze biologiche ma anche quelli studiati dalle scienze cognitive e dalle scienze sociali. Emerge una visione della realta' come qualcosa che periodicamente genera nuovi tipi di fenomeni, dai fenomeni puramente fisici e chimici esistenti dopo il Big Bang ai fenomeni chimici complessi e all'origine della vita, dagli organismi unicellulari a quelli pluricellulari, dall'emergere dei sistemi nervosi ai comportamenti e alle organizzazioni sociali degli esseri umani. La scienza ha il compito di spiegare i fenomeni di un livello in termini dei fenomeni dei livelli precedenti e il compito piu' generale di spiegare perche' la realta' tende a generare sempre nuovi tipi di fenomeni, quali proprieta' generali, ad esempio l'accelerazione e la complessificazione, caratterizzano questo processo, e quale puo' essere il suo futuro.

L'operazionismo oggi non e' solo alla base del metodo delle simulazioni, in base al quale le teorie cessano di essere soltanto parole e idee o anche formule matematiche, e diventano costruzioni, processi e risultati, ma oggi si manifesta come sempre piu' stretta integrazione tra scienza e tecnologia, cioe' tra un'impresa di conoscenza e comprensione della realta' e un'impresa di modificazione della realta' e di creazione di artefatti per rendere la realta' (sperabilmente) piu' ospitale per gli esseri umani. L'operazionismo e' diventato artificialismo, cioe' l'idea che per capire la realta' il metodo migliore e' rifarla e che se riusciamo a costruire sistemi artificiali che si comportano come i sistemi reali, allora possiamo ritenere che i principi che abbiamo seguito nel costruire i sistemi artificiali sono gli stessi di quelli che governano i sistemi reali, e percio' abbiamo capito i sistemi reali.

Talvolta si pensa che la visione globalmente materialistica della realta' che la scienza sempre piu' chiaramente propone e supporta trovi un suo limite nell'esistenza della matematica, una disciplina che da un lato appare come l'essenza stessa della scienza e dall'altro non fa riferimento a entita' e a

processi materiali. Ma la matematica, pur essendo uno strumento fondamentale della scienza, non è una scienza di per sé stessa. Diversamente dalla filosofia, che si accontenta di elaborare e di validare i suoi concetti e le sue teorie in termini puramente interni di coerenza logica, di completezza, di plausibilità e di capacità persuasiva, la scienza opera con due braccia: il braccio dell'elaborazione e validazione interna dei suoi concetti e delle sue teorie e il braccio dell'osservazione sistematica, precisa, possibilmente quantitativa, oggettiva, cioè ripetibile da altri, della realtà come si presenta ai nostri sensi, direttamente o con l'aiuto di strumenti e apparecchiature. La scienza è dialogo serrato tra queste due "braccia": dalle teorie debbono potersi derivare specifiche predizioni e queste predizioni debbono corrispondere alle nostre osservazioni empiriche.

Se questa è la scienza, la matematica non è una scienza, dato che non ci sono fenomeni osservabili che sono specifico oggetto di studio della matematica. La matematica è tuttavia lo strumento principale della scienza perché è un aiuto per entrambe le braccia della scienza. Una formula matematica, ad esempio una equazione, è una teoria da cui è possibile derivare in modo incontrovertibile un grande numero di precise predizioni empiriche (cosa in genere non possibile dalle teorie espresse a parole) e nello stesso tempo la matematica è uno strumento per fare osservazioni precise e oggettive in quanto quantitative, che dialogano bene con le predizioni quantitative derivate dalle teorie espresse come equazioni.

I filosofi, o anche i matematici-filosofi, si affannano a cercare di stabilire se esistono entità matematiche, dato che questo sembra importante perché, se esistessero entità matematiche, esisterebbero entità non materiali, dimostrando così l'insufficienza del materialismo. Ma se la matematica non è una scienza, come abbiamo sostenuto, non c'è bisogno di pensare che esistono entità matematiche che sta alla matematica studiare. D'altra parte, la preoccupazione di stabilire quello che esiste e quello che non esiste è una preoccupazione dei filosofi, non degli scienziati. Per gli scienziati tutto esiste. Il loro problema non è stabilire se una cosa esiste o non esiste, ma spiegarla.

Un'ultima osservazione riguarda i rapporti tra materialismo e riduzionismo così come si pongono oggi. Il materialismo di Somenzi era quello che in passato si chiamava materialismo "volgare", certamente non altri tipi di materialismo come il materialismo storico o quello dialettico. E questo è anche il materialismo della scienza cognitiva neurale di oggi e della Vita Artificiale. Il materialismo volgare tradizionalmente implicava il riduzionismo. Lo implica ancora oggi?

Innanzitutto bisogna distinguere tra riduzionismo ontologico e riduzionismo esplicativo. Il riduzionismo ontologico significa che esistono soltanto alcune delle cose che ci sembra che esistano, cioè soltanto le entità e i processi di cui parla la scienza della fisica. Tutte le altre entità e tutti gli altri processi, quelli di cui parlano le scienze biologiche, le scienze cognitive e le scienze sociali, non esistono ma debbono essere "ridotte" alle entità e ai processi di cui parla la fisica. Questo tipo di riduzionismo è abbastanza irrilevante per gli scienziati dato che, come si è appena detto, la scienza non ha interesse a stabilire che cosa esiste e che cosa non esiste, ma soltanto a spiegare qualunque cosa. Esiste poi un secondo tipo di riduzionismo, il riduzionismo esplicativo. Il riduzionismo esplicativo afferma che per spiegare un certo tipo di entità, di processi e di fenomeni, studiati da una certa disciplina, è utile fare riferimento a altre entità, altri fenomeni, altri processi, studiati da altre discipline. In genere, considerando che, come si è accennato sopra, è un fatto della realtà che la realtà periodicamente genera nuovi tipi di fenomeni, questo riduzionismo esplicativo si presenta spesso come un riduzionismo storico, nel senso che fenomeni apparsi più tardi nel tempo vengono spiegati in termini di fenomeni apparsi prima.

La scienza oggi e' fortemente riduzionista in senso esplicativo. La scienza sta scoprendo i limiti della disciplinarita', cioe' di dividere la realta' in discipline, ciascuna con i suoi fenomeni, le sue teorie e i suoi metodi. Capire vuol dire collegare, e se la scienza vuole capire, deve collegare, ignorando i confini disciplinari. La realta' e' un insieme di fenomeni diversi ma che interagiscono e si influenzano tra loro. Se la scienza e' disciplinare, la realta' non lo e', e questo significa che una scienza divisa in discipline si preclude importanti vie di comprensione della realta'. Oggi tuttavia la scienza sta scoprendo che si puo' andare al di la' delle discipline formulando e usando modelli teorici e metodi di ricerca che sono applicabili ai fenomeni piu' diversi, che ignorano i confini disciplinari: i modelli teorici dei sistemi complessi, i modelli evuzionistici, i modelli a rete, il metodo delle simulazioni.

Per valutare appropriatamente il riduzionismo attuale della scienza, e prima ancora, per capirne la natura, e' importante tener conto di questi nuovi modelli interpretativi che oggi vanno diffondendosi in tutte le scienze, e soprattutto dei modelli dei sistemi complessi. Un sistema complesso e' un insieme di elementi che interagiscono tra loro localmente (un elemento interagisce solo con un ristretto numero di altri elementi) e da queste interazioni locali emergono proprieta' e fenomeni globali, cioe' al livello dell'intero sistema, che non sono predicibili e non sono deducibili anche se si possiede una perfetta conoscenza dei singoli elementi e delle regole che governano le loro interazioni. Il riduzionismo e' nato nella scienza quando tutta la realta' tendeva ad essere considerata come formata da sistemi semplici, cioe' da sistemi che hanno proprieta' diverse e opposte rispetto a quelle dei sistemi complessi e per i quali quindi dalla conoscenza degli elementi si puo' passare (predire, dedurre) alle proprieta' dell'intero sistema, e ancora non esistevano strumenti di analisi appropriati per i sistemi complessi. Oggi questi strumenti di analisi ci sono e, di conseguenza, il riduzionismo della scienza cambia natura. Anche se i fenomeni studiati da una certa disciplina possono e debbono essere spiegati facendo riferimento a quelli studiati da un'altra disciplina, questo non significa che i primi possano essere previsti e dedotti anche conoscendo e capendo alla perfezione i secondi. Questo e' il nuovo riduzionismo, ed e' questo nuovo riduzionismo che dobbiamo valutare.