

Giovedì **Scienza** 30^a Edizione

LA SCIENZA IN DIRETTA
settimana per settimana

GIOVEDÌ 4 FEBBRAIO 2016 **COME IL CERVELLO RISOLVE I PROBLEMI**

I segreti sono semplicità vicarianza

in collaborazione con l'Ambasciata di Francia in Italia

ALAIN BERTHOZ

Ingegnere, psicologo e neurofisiologo, dal 1993 professore di fisiologia della percezione e dell'azione al Collège de France, sin dal 1989 dirige il *Laboratoire de physiologie de la perception et de l'action (CNRS-Collège de France)*. E' membro dell'Académie des sciences, dell'Académie des technologies, consulente del National Institute of Health e della National Science Foundation (USA).

Eminente studioso della neurobiologia del movimento su questo tema, è autore di numerosi articoli su riviste internazionali e quotidiani. Esercita una intensa attività come conferenziere presso università e centri di ricerca di più di 20 paesi.

PER SAPERNE DI PIÙ

Alain Berthoz "*La semplicità*" Traduzione di Federica Niola, Codice Edizioni

Alain Berthoz "*La Vicarianza Il nostro cervello creatore di mondi*" Traduzione di Silvio Ferraresi, Codice Edizioni

WEB

www.college-de-france.fr/site/alain-berthoz/

Il sito del prestigioso Collège de France, dove potete trovare le attività, la biografia e la bibliografia complete del Professor Alain Berthoz.

UN CONCETTO NUOVO: LA SEMPLICITÀ

Tale neologismo designa una delle invenzioni più stupefacenti degli organismi viventi, applicabile a diversi livelli dell'attività umana, dalla molecola al pensiero, dall'individuo all'intersoggettività, fino ad arrivare alla coscienza e all'amore. Oggi, all'inizio del XXI secolo il principio guida è la complessità. L'economia è complessa, la vita nelle megalopoli è complessa, i meccanismi del morbo di Alzheimer sono complessi. Trovare un biocarburante efficace per sostituire il petrolio è complesso, gestire le famiglie separate e permettere contemporaneamente uno sviluppo armonioso dei bambini e la libertà sessuale dei genitori è complesso. Siamo schiacciati dalla complessità. Inoltre, apparteniamo a diversi corpi sociali, religiosi e politici, e viviamo divisi tra numerose identità: siamo cittadini del nostro Paese, ma anche dell'Europa, abitanti di un quartiere, medici o muratori, turisti, pazienti, clienti e elettori. Ciascuna di queste identità ci inquadra, ci impone una serie di comportamenti, norme, abitudini e habitus che ci collocano all'interno di un intreccio di relazioni sociali e psicologiche in costante mutamento, caratterizzate da una complessità che non ha eguali nella storia dell'uomo. Anche le teorie scientifiche che riguardano la materia e gli organismi viventi devono confrontarsi con la complessità dei processi naturali. La complessità investe dunque ogni ambito, senza eccezioni. La fisica cerca da tempo una soluzione a questa complessità e, pur avendo raggiunto in generale un livello di maturità notevole, nel confrontarsi con la complessità deve rassegnarsi a rapporti di incertezza che definiscono i limiti stessi della conoscenza e ammettere, per esempio, che non si possono conoscere contemporaneamente la posizione e la velocità di una particella. Nel tentativo di formalizzare la complessità, scienziati di tutte le discipline hanno creato un istituto di ricerca, il Santa Fe Institute, negli Stati Uniti, fondato, tra gli altri, dal Premio Nobel per la Fisica Murray Gell-Mann, lo scopritore dei quark. Il suo libro *Il quark e il giaguaro* riassume il processo necessario per costruire una teoria dei sistemi complessi adattativi. La metafora è celebre: il battito d'ala di una farfalla nell'America del Sud può provocare una catastrofe in Europa. In altre parole, una legge molto semplice di organizzazione della materia vivente può generare strutture complesse.

Meraviglie e imposture della semplicità

Di fronte alle sfide della complessità assistiamo a una proliferazione di metodi per semplificare. Tali metodi, destinati a evitare la follia collettiva e individuale dovuta all'impossibilità, per il nostro cervello, di elaborare l'immensa quantità d'informazioni necessarie per vivere, agire e comprendere, sbandierano un'apparente

semplicità, espressa attraverso teorie matematiche astruse, che mascherano l'incapacità dei loro autori di cogliere il reale. Questi modelli matematici, legati agli interessi privati che nascondono, provocano regolarmente drammi, come dimostrano la recente crisi finanziaria e il fallimento dei sistemi bancari. Possiamo fare un altro esempio: per facilitare la decisione, si tende a ridurre l'uomo a una serie di processi logici e a modellizzarlo mediante una serie di teorie logico-matematiche che semplificano la realtà del vissuto. Ma, nonostante gli sforzi volti a trovare soluzioni efficaci, le "semplici euristiche per farci furbi", dobbiamo per forza prendere atto che oggi l'uomo è un Teseo perso nel labirinto, senza un filo di Arianna in grado di fargli ritrovare la via. Gli si fa credere che l'uscita sia alla fine della strada, ma questa non porta da nessuna parte. Può quindi capitare che l'uomo, perso nella complessità reale del mondo e consapevole dell'inconsistenza di tali modelli formali, si riavvicini a credenze antiche e si volga all'oscurantismo. Oggigiorno il bisogno di semplificare riguarda tutte le attività. In ogni ambito della vita sociale e politica, della medicina, della scienza, della tecnologia, della vita quotidiana, si è alla ricerca di metodi o di principi di semplificazione. Si fabbricano apparecchi elettronici o digitali la cui complessità è dissimulata dalla semplicità d'uso. Si riempiono i computer di software pesantissimi trovando metodi perché l'utente li possa adoperare in modo semplice. Si semplificano i moduli per la dichiarazione dei redditi, le ricette mediche. Si semplificano i documenti amministrativi, si semplificano le procedure penali per velocizzarle. S'istituisce il voto elettronico e si fornisce agli elettori la scelta semplice tra due candidati che si contrappongono su un palcoscenico televisivo. Si semplifica la vita delle persone creando supermercati dove possano trovare tutti i prodotti di cui hanno bisogno. Gli ingegneri trovano soluzioni per semplificare il calcolo delle misure delle fibre ottiche, i chimici scoprono principi semplificativi per quanto riguarda le reazioni enzimatiche o cinetiche. Il risultato di questa frenesia della semplificazione è produrre un aumento della complessità. Quanto più l'utilizzo dei computer è semplice, tanto più i software saranno pesanti. Semplificare ha un prezzo. Oggi si ha la tendenza a confondere la modernità con la semplicità. Di fronte alla proliferazione e all'esuberanza dell'arte barocca, alle fantasie dell'architettura classica, alla frivola raffinatezza dei costumi e degli abiti, il XX secolo ha conosciuto un movimento di riduzione a una semplicità maggiore nelle forme e nei materiali. Questo movimento, illustrato dall'influenza del Bauhaus, ha invaso l'industria e il design. Per fortuna comincia a essere contestato e gli stilisti, per esempio, sembra stiano ritrovando il piacere di giocare con le forme e i colori, le consistenze e i ritmi, la trama e le pieghe dei tessuti.

L'originalità degli organismi viventi

È arrivato il momento di definire più precisamente il senso che do al concetto di semplicità. Non ho inventato niente, visto che la parola semplicità, nella sua traduzione inglese, *simplicity*, è usata abbastanza comunemente fin dagli anni Cinquanta in diversi ambiti, dalla geologia all'economia al design. Tuttavia questo tipo di utilizzo non è particolarmente interessante, perché spesso riduce il termine a un sinonimo di semplicità. Per me la semplicità è tutt'altra cosa. È, prima di tutto ed essenzialmente, una proprietà degli organismi viventi. La semplicità non è la semplicità, è legata in modo sostanziale alla complessità, con cui condivide una medesima radice. Come ricorda giustamente Gell-Mann, «la parola semplicità si riferisce all'assenza, totale o quasi, di complessità. Mentre la parola semplice deriva da un'espressione che significa "piegato una sola volta", complesso deriva da una parola che significa "intrecciato"». Secondo alcuni, i teorici della complessità hanno identificato bene ciò che distingue gli organismi viventi dalla materia inerte. Nel suo libro sulla modellizzazione dei sistemi viventi complessi, Bellomo, teorico della complessità, scrive: «Sebbene gli organismi viventi ubbidiscano alle leggi della fisica e della chimica, la nozione di funzione o di intenzione (*purpose*) distingue la biologia dalle altre scienze naturali. I sistemi biologici e quelli fisici differiscono in realtà per quanto riguarda la sopravvivenza e la riproduzione, e gli aspetti concomitanti di tale funzione». Dopodiché propone una teoria matematica delle interazioni tra «un gran numero di entità che interagiscono, che verranno chiamate particelle attive o, occasionalmente, agenti, e che sono organizzate in popolazioni diverse che interagiscono». Per quanto interessante, una simile concezione dell'azione presenta alcuni limiti. Infatti non affronta ciò che costituisce l'originalità dell'atto negli organismi viventi. Non viene menzionata in alcun modo l'idea che la vita ha trovato una serie di soluzioni per semplificare la complessità. Non si fa accenno alcuno al fenomeno assolutamente straordinario che si è prodotto nei viventi: la creazione di confini che delimitano spazi chiusi come la cellula o lo stesso corpo. Tali soluzioni rappresentano principi semplificativi che riducono il numero o la complessità dei processi e permettono di elaborare molto rapidamente informazioni e situazioni, tenendo conto dell'esperienza passata e anticipando il futuro, facilitando la comprensione delle intenzioni senza snaturare la complessità del reale. Dal mio punto di vista la semplicità consiste in questo insieme di soluzioni trovate dagli organismi viventi affinché, nonostante la complessità dei processi naturali, il cervello possa preparare l'atto e anticiparne le conseguenze. Queste soluzioni non sono né caricature né scorciatoie né riassunti. Nel porre il problema in

un altro modo, consentono di arrivare ad azioni più eleganti, più rapide, più efficaci. Permettono anche di mantenere o di privilegiare il senso, anche a costo di fare una deviazione. La semplicità è complessità decifrabile, perché fondata su una ricca combinazione di regole semplici. Per riprendere una formula di Leibniz a proposito del migliore dei mondi possibili, che combina la varietà maggiore di fenomeni con la semplicità maggiore delle leggi, è una semplicità complicata. La musica di Boulez o di Dusapin è moderna; può anche non piacere, ma è semplice. Così come lo è una fuga di Bach, che comincia con qualche nota ed evolve lentamente verso meravigliose volute di suoni combinati che danno l'impressione della complessità, mentre in realtà seguono una logica rigorosa. Lo stesso vale per le grandi liturgie russe o per le polifonie che danno l'illusione di una grande semplicità attraverso una sapiente distribuzione di ritmi e spazi sonori interconnessi, intrecciati in un balletto che sembra un assolo, perché segue una via che, nel nostro cervello, armonizza attività molteplici. Semplificare in un mondo complesso non è mai semplice. Richiede in particolare la capacità di inibire, selezionare, collegare, immaginare. Altrove ho detto che il fondamento dei nostri pensieri, dello sviluppo delle nostre funzioni cognitive più elevate e anche più astratte consiste nell'atto, e che il cervello si è sviluppato in modo da poter anticipare le conseguenze di un'azione, proiettando sul mondo le proprie percezioni, le proprie ipotesi e i propri schemi interpretativi. L'originalità degli organismi viventi è precisamente quella di avere trovato soluzioni che risolvono il problema della complessità con meccanismi che non sono semplici, ma semplici. Si può far credere che la complessità sia riconducibile a un clic del mouse, che il mondo sia davvero a portata di una pagina di Google, che la soluzione alle grandi malattie psichiatriche sarà fornita dalla semplice scoperta dei geni a esse relativi. Può essere vero quando si tratta di far funzionare una lavatrice, un computer, la biglietteria di una stazione, ma non quando si devono integrare le molteplici complessità proprie del nostro ambiente sociale, materiale e naturale. A complemento delle teorie della complessità bisogna gettare le basi di una teoria della semplicità che, in qualche modo, contenga una parte di complessità. È ciò che tento di fare in questo saggio.

dall'introduzione del libro di Alain Berthoz
"La semplicità", Codice Edizioni

LA VICARIANZA

Con la Vicarianza si chiede a gran voce che si ritrovi la libertà di creare, attingendo alle incredibili ricchezze che ci sono proprie, vale a dire le ricchezze del nostro cervello, del nostro corpo e delle molteplici culture, oggi più che mai accessibili a ciascuno. Suggestirà che il ricorso alla vicarianza, la supplenza di un processo con un altro processo che porta allo stesso risultato, sia uno strumento fondamentale degli organismi viventi, poiché offre la potente capacità di creare, innovare e interagire con gli altri in modo flessibile, tollerante e generoso. La vicarianza è anche il segreto della meravigliosa facoltà dell'uomo di creare mondi immaginari. Sono i mondi che egli inventa nella realtà della vita quotidiana, trasformandola secondo i propri desideri e credenze. Sono i mondi che l'immaginazione plasma nei romanzi e nell'invenzione narrativa. Sono anche i mondi cui possiamo accedere con le moderne tecniche di imaging e sono i mondi immaginari detti virtuali: luoghi affascinanti e inquietanti dove possiamo "teletrasportarci" elaborando avatar di noi stessi. Sono infine i mondi dell'utopia.

Le nostre società stanno conoscendo stravolgimenti, dove gli estremi si affrontano in battaglie implacabili dall'esito incerto. In questa lotta, la fantastica varietà di culture e individualità è stata appiattita dal bisogno di normalizzare e unificare criteri e comportamenti. Gli economisti sono arrivati così a rappresentare l'essere umano con equazioni, privilegiando il costo finanziario a scapito della creatività individuale di ciascuno. Hanno soffocato la fierezza del saper fare sotto molteplici vincoli di produzione, che hanno preso un nome disumano, quello di processo.

Questo saggio si situa in una linea di continuità con il senso del movimento, con la scienza della decisione, e soprattutto con la semplicità. Troverete dunque recuperati temi e fatti già esposti in questi miei saggi, ma questa volta saranno letti sotto una luce nuova, che mi auguro sia feconda. I dipinti del Rinascimento recuperano soggetti già ampiamente trattati, eppure li rinnovano; e il pensiero dell'adulto spesso imita quello del bambino. Lo sviluppo del cervello è come una spirale ascendente dove ogni

tappa crea l'impressione di un ritorno all'indietro, ma a un livello più elaborato. Potremmo anche invertire la spirale e dire che ogni riesame di un problema permette, in cambio, di approfondirlo o di chiarirlo! È comunque la sfida che proverò a raccogliere. In sintesi, nella Semplicità ho cercato di dimostrare come una maggiore complessità (elegante) possa favorire soluzioni più semplici a problemi complessi. Qui, invece, proporrò l'idea che la vicarianza apra a soluzioni nuove, sostituendo una soluzione con un'altra soluzione per risolvere un certo problema, o impiegando la soluzione di un problema per risolverne uno di natura diversa. Questi trasferimenti vicarianti permettono comunque di arrivare alla meta desiderata.

Il testo farà inoltre riferimento, o citerà ogni qual volta ciò sarà possibile, documenti pescati qua e là, anche su internet. Farà riferimento a numerose opere pubblicate, ma anche a comunicazioni personali, alcune delle quali saranno citate, altre parafrasate. Con ciò non pretendo che le teorie e i fatti da me citati siano gli unici possibili. Diceva il matematico Henri Poincaré della geometria euclidea che "non è la più vera, ma è la più facile". Allo stesso modo, i fatti e le idee che esporrò sono i più utili per illustrare e sostenere le tesi del libro. Spero sarete indulgenti verso la loro diversità, il loro eclettismo, la loro incompletezza. E se vi sfuggirà la loro profonda unità, il responsabile sono io soltanto. Di mestiere sono fisiologo, e per questo ho descritto le basi neurali delle diverse forme di vicarianza, senza pretendere che siano il fondamento ontologico, ossia il terreno primario della nostra esperienza vissuta. Le conoscenze parziali che possiamo acquisire sul funzionamento e sui meccanismi cerebrali del nostro comportamento devono sempre profilarsi nel campo fenomenico dell'esperienza di ciascuno. Farò dunque qualche incursione occasionale nel campo della letteratura, dell'arte e dell'antropologia.

dal prologo del libro di Alain Berthoz
"La vicarianza. Il nostro cervello creatore di mondi"
Codice Edizioni

PREMIO
RICERCATORI
UNDER
35

5^a EDIZIONE

Piemonte, Liguria e
Valle d'Aosta

Bando e Regolamento: www.giovediscienza.it