

COLLANA  ORIZZONTI

Franco Giorgi

UN MONDO DI RELAZIONI

*La logica del vivente: dalla certezza
dell'essere alla esplorabilità del divenire*

“Orizzonti”

46

Franco Giorgi, *Un mondo di relazioni*
Copyright © 2017 Tangram Edizioni Scientifiche
Gruppo Editoriale Tangram Srl
Via Verdi, 9/A – 38122 Trento
www.edizioni-tangram.it – info@edizioni-tangram.it

Collana “Orizzonti” – NIC 46

Prima edizione: febbraio 2017, *Printed in EU*

ISBN 978-88-6458-165-1

In copertina: *Holding Relationships*, Elena Edi Giorgi – www.elenaegiorgi.com

SOMMARIO

Presentazione	9
Introduzione	15

PARTE PRIMA: LA BIOLOGIA DEL DIVENIRE

Capitolo 1	
La natura della conoscenza	23
1.1. L'esigenza di conoscere	23
1.2. La natura della spiegazione scientifica	32
1.3. La spiegazione causale	36
1.4. La spiegazione funzionale	42
Capitolo 2	
L'evoluzione	53
2.1. Evoluzione. Cenni storici	53
2.2. La sintesi neo-darwiniana	62
2.3. La teleonomia evolutiva	69
Capitolo 3	
L'informazione genetica	75
3.1. Natura e origine dell'informazione	75
3.2. DNA e Informazione	82
3.3. La transizione analogico-digitale	90
3.4. Il paradigma genetico	101
3.5. Il paradigma epigenetico	105
Capitolo 4	
La complessità	117
4.1. La complessità del fenomeno vivente	117
4.2. Selezione a più livelli	126
4.3. L'autonomia del vivente	132
4.4. La prospettiva biosemiotica	136
4.5. La chiusura semantica	147

Capitolo 5	
Il divenire	161
5.1. La membrana plasmatica e la selezione semiotica	161
5.2. Il differenziamento cellulare	166
5.3. La logica dello sviluppo embrionale	176
5.4. L'embrione in divenire	183
5.5. Il modello: <i>Drosophila melanogaster</i>	188
Capitolo 6	
La sessualità	201
6.1. La sessualità umana	201
6.2. Il significato della clonazione	209

PARTE SECONDA: LA BIOLOGIA DELLA COGNIZIONE

Capitolo 1	
La cognizione	221
1.1. Apprendimento selettivo	221
1.2. Scienze cognitive e fenomenologia	231
1.3. L'emergenza dell'intenzionalità	247
1.4. La coscienza di sé	254
1.5. La mediazione semiotica	279
Capitolo 2	
La relazione valoriale	287
2.1. La coscienza e i valori	287
2.2. Fede e Ragione	296
Capitolo 3	
Conclusioni	305
3.1. Verso la costruzione di un mondo	305
Bibliografia	311

UN MONDO DI RELAZIONI

*La logica del vivente: dalla certezza
dell'essere alla esplorabilità del divenire*

PRESENTAZIONE

Che cosa può indurre un biologo con quaranta anni di rigoroso lavoro empirico alle spalle a rivalutare il ruolo del “significato” nel mondo del vivente? Probabilmente il suo intento è quello di fornire un sostegno scientificamente competente e rigoroso al paradigma biosemiotico. Ma non solo. Il punto non è infatti rendere il linguaggio relazionale accessibile soltanto a biologi e semiotici, ma anche far capire l'importanza di pensare e capire il mondo della natura – compresa quella umana – a un pubblico più vasto. Per i non-biologi il libro fornisce un'ottima introduzione alla biologia evolutiva e dello sviluppo, mentre per il biologo esperto e per il semiotico può costituire un amalgama ben riuscita di entrambi i domini. Se questo non fosse ancora sufficiente, il nostro autore riesce anche a distaccarsi dal paradigma biosemiotico al punto da presentarci fra le righe uno sguardo “dal di fuori” come quello dell'epistemologia e della filosofia della scienza. Giorgi ricostruisce con pazienza e agilità l'evoluzione storico-filosofica della spiegazione causale dal punto di vista scientifico per sottolineare la necessità di arrivare a una spiegazione del vivente diversa da quella meccanico-deterministica del mondo fisico. Per questo la biologia deve fare i conti con la storicità dei suoi oggetti di studio: gli organismi viventi, così diversi dalle palle del biliardo. Ci vengono così illustrati i problemi che vanno dalla scienza delle cause ontologiche ai “meccanismi”, fino a giungere a una scienza delle correlazioni nei sistemi complessi. Per quanto lo studio della complessità richieda l'adozione di principi di causalità circolare derivanti dalla cibernetica, i soli meccanismi di feedback non sono ancora sufficienti in biologia per render conto dell'agentività del vivente. Bisogna andare oltre.

Il libro elabora molti dei concetti che sono scaturiti nel corso del novecento dall'applicazione dei principali studi sulla complessità al campo biologico. Queste nozioni, pur conservando un carattere divulgativo per il neofita, sono organizzate e discusse in un modo sufficientemente sintetico anche per il *connaisseur*. Oltre ad argomentare convincentemente sui pregi epistemologici della strategia riduzionista, se ne evidenziano anche i limiti quando questa è assunta come premessa ontologica per la conoscenza del mondo vivente. Come poter riconciliare scientificamente due "tendenze universali" come entropia ed evoluzione così a lungo concepite come contrapposte? Come concepire in modo unitario il progressivo esaurimento dei sistemi fisici e la crescente complessità dell'organizzazione dei sistemi viventi?

Per spiegare la capacità di memoria propria delle storie idiosincratiche nel mondo organico, da una parte, e la propensione verso obiettivi precostituiti manifestata dagli organismi, dall'altra, non è sufficiente offrire una spiegazione "funzionale" dei processi biologici. Per andare oltre la pura spiegazione funzionale e rivalutare la natura delle relazioni nel mondo vivente, il libro si sofferma a lungo sul controverso concetto di "informazione", così centrale nella biologia contemporanea. Così come l'informazione ha un percorso concettualmente travagliato, anche lo sviluppo storico della nozione di "gene" è ugualmente problematico. Entrambi sono quindi analizzati al fine di riguadagnarne il giusto ruolo causale nei processi biologici. Per far capire il nesso che accomuna eredità e apprendimento – cioè la trasmissione dell'informazione genetica e la costituzione di una memoria individuale – nel libro si fa un interessante resoconto della storica dicotomia tra nativismo ed empirismo. Anche in questo caso, il confronto sfocia in una proposta dialettica che trascende il dualismo, per arrivare a concepire l'apprendimento come "fenomeno interattivo e di relazione tra entità in divenire". Dal momento che informazione diviene soltanto ciò che è interpretato da un soggetto agente, il processo di trasmissione dell'informazione e di costituzione di una memoria, nonché di accumulo e di attualizzazione di un'esperienza, debbono necessariamente essere processi semiotici. Solo una profonda padronanza dei "meccanismi" evolutivi e di sviluppo dei processi biologici, come quella che Giorgi dimostra di avere, permette di trascenderli e di poter giungere così a una lettura equanime che ne esalta gli aspetti

di complementarità. A questo riguardo la biosemiotica può svolgere un ruolo integrativo interessante perché consente di pensare in termini semiotici la molteplicità dei livelli organizzativi che caratterizza il mondo biologico e quello cognitivo. Tuttavia, una prospettiva semiotica così integrata è stata raggiunta solo gradualmente nel corso del novecento. Il punto di svolta ha avuto inizio con la visione epigenetica dello sviluppo e dell'evoluzione, che contrasta fortemente con la visione geno-centrica, ormai quasi superata. Dal punto di vista cognitivo si è ugualmente passati dal determinismo meccanico dell'*information transfer* e della metafora del computer all'interpretazione enattiva della cognizione, fino a giungere all'autonomia fenomenologica del soggetto vivente.

Nel mondo delle relazioni l'evoluzione diventa co-evoluzione. All'habitat fisico dell'organismo si sovrappone il mondo semiotico così come è percepito e vissuto dallo stesso organismo che lo abita. La riproduzione sessuata e la selezione sessuale si presentano come processi nettamente semiotici. Con ragionamento chiaro e rigoroso, Giorgi dimostra convincentemente come la prospettiva biosemiotica restituisca la dignità scientifica alla causa finale e al ruolo del soggetto agentivo. Si enfatizza la necessità di una visione processuale nei fenomeni del vivente in relazione dialettica con la facoltà di essere: si è per ciò che si è divenuti, secondo un processo continuo di sviluppo. In questa visione relazionale viene a essere rivalutato il ruolo delle interfacce multiple che collegano i diversi domini e i diversi livelli organizzativi del vivente.

Dal punto di vista stilistico, il libro ha il pregio di assumere come propri anche i punti di vista di cui sostiene l'insufficienza, evitando polemiche sterili e manifestando un sincero rispetto nei confronti di approcci epistemologici diversi della storia del pensiero biologico. Per quanto conciliante e integrativo, l'approccio di Giorgi non lesina tuttavia le necessarie critiche. Ai meccanismi neurali che sottendono il piano cognitivo si aggiungono per questo i principi di enazione, di "embodiment" e della stessa neurofenomenologia, secondo cui la mente deve essere compresa come dimensione estesa e la cognizione come processo distribuito. Ma tutto questo non è ancora sufficiente per giustificare il livello di integrazione tra meccanismi e significati che la prospettiva biosemiotica ambisce raggiungere. Ci vuole appunto un collegamento semiotico che permetta ai diversi livelli scalari della complessità di integrarsi in un'u-

nità soggettiva: dalla informazione genetica sino all'esperienza fenomenologica, senza che questo comporti la riduzione dei livelli più elevati di complessità ai meccanismi causali dei livelli inferiori. È quindi il segno semiotico che in questo modo assurge a ruolo di mediazione tra le interfacce d'interazione dei diversi livelli di complessità.

Avvalendosi di un ricco bagaglio di nozioni derivante dalla ricerca empirica in embriologia e in biologia cellulare, Giorgi apre le porte a nuove alternative logiche per guardare al fenomeno del vivente, pur mantenendo un assoluto rispetto e ammirazione per il progetto "scienza". In questo senso, funge da ambasciatore per promuovere aperture epistemologiche alle scienze della vita che possano meglio conciliare i grandi progressi compiuti dalla biologia contemporanea con l'esigenza di mantenere uno sguardo "contestuale" alla reale complessità nella quale siamo tutti immersi. Questo sguardo è rivolto principalmente al ruolo fondamentale delle relazioni e non agli attori, alle parti, o agli individui che vi partecipano. Una prospettiva della complessità delle relazioni così formulata non può che sfociare in una visione ecologica. Parlando tanto agli studiosi come ai curiosi della complessità, il libro tende a recuperare il senso della propria agentività in un mondo da costruire. Dal momento che all'innovazione tecnica derivante dai successi riduzionisti è richiesto soltanto di funzionare, senza necessariamente dover dare una ragione d'uso, si impone con urgenza l'esigenza di riconsiderare con rinnovata sapienza la complessità delle *relazioni* del mondo vivente. A una conoscenza intesa come aumento di potere e di controllo bisognerà per questo contrapporre una conoscenza come sapienza, anzi, come saggezza suprema, per ricordare quanto sostenuto dal filosofo Hans Jonas. Il bisogno di una ricomposizione del senso di vivere è tanto più sentito oggi quanto meno si crede alla sua sostenibilità logica e argomentativa.

La spiegazione scientifica non può giustificare l'esperienza individuale nei termini dei significati che emergono dalle relazioni e affetti più profondi. Si tratta, infatti, di due narrative diverse. Come mettere allora in relazione la storia dei genitori e l'unicità della nascita dei loro figli con il rapporto casuale che sussiste tra uovo e spermatozoo nel processo di fecondazione? È qui, come sostiene Giorgi, che la relazione tra spiegazione e significato diventa stridente, cosa che rende complicato, se non impossibile, fondare la norma etica sulla spiegazione scientifica. L'assun-

to diventa forse un problema di narrativa: a quale delle due storie attribuire un valore normativo tale da condizionare la concezione dell'altra? A un certo livello una delle due narrative può essere utile. A un altro livello, l'altra può rivelarsi indispensabile. La sintesi "normativa" di Giorgi è umile e aperta, senza relativismi sciapi, e diviene un rispettoso invito a vagliare le proprie convinzioni sulla propria coscienza, là dove ci sia la volontà di farlo. Alla fine la narrativa di Giorgi si confronta con l'emergenza dell'amore come atto di fede, atto unico nella storia umana a rendere possibile e duratura una relazione significativa. E tutto ciò ci viene offerto da un biologo – uno che, come tutti noi, è nato dalla relazione casuale tra un uovo e uno spermatozoo – e in un posto geograficamente unico riferito con il nome di Livorno solo per consuetudine culturale.

Questo libro è una piacevolissima e intelligente lettura per biologi "irrequieti", teorici e filosofi della scienza, educatori, biosemiotici e, in generale, per persone interessate a esplorare fino a dove possono condurre le vie che si aprono quando il pensiero assapora le relazioni in divenire.

Luis Emilio Bruni
Copenaghen, 5 settembre 2016

INTRODUZIONE

Questo libro propone un percorso di riflessione sulla natura della conoscenza umana e sui valori che ad essa si associano. Ci si chiede che cosa costituisca *spiegazione* e, in che misura, questa differisca dal *significato*. Conoscere implica, prima di tutto, confrontarsi con l'esperienza, ma perché l'esperienza possa diventare fonte di conoscenza è necessario che si correli con il mondo degli osservabili. A sua volta ogni relazione così concepita consente di spiegare la ricorrenza degli eventi osservati solo se mediata dalla misura. Se queste condizioni sono soddisfatte, è allora possibile stabilire quali eventi abbiano valore causale e quali, invece, costituiscano i relativi effetti. Il rapporto causale così definito permette di interpretare una vasta gamma di fenomeni naturali e di descriverne le ricorrenze in forma di legge. Da questa gamma sono però esclusi i sistemi viventi per i quali è difficile spiegare in termini causali l'apparente tendenza verso un fine. Se la teleonomia del vivente è ridotta alle sole proprietà causali degli elementi costitutivi diviene praticamente impossibile dar conto dell'emergenza della sua intrinseca complessità. La spiegazione funzionale rimedia, in parte, ad alcune delle lacune della spiegazione causale, ma non riesce a giustificare né l'origine della forma né quella dell'informazione da cui deriva. Per rimediare a questi limiti e riguadagnare il ruolo del significato del fenomeno vivente, il libro propone di affrontarne lo studio in termini semiotici. Il vivente può essere così compreso in funzione della sua capacità di porsi in relazione esplorativa con l'ambiente, piuttosto che essere semplicemente governato dalle regolarità del mondo oggettuale. In queste condizioni, non è più l'asimmetria tra cause ed effetti a spiegare il decorso temporale del suo divenire, ma la sua naturale *tendenza a creare vincoli* di reciproca dipendenza con l'ambiente esplorato.

In questa ottica, il libro ripercorre a grandi linee la storia delle idee evolutive, dalla prima formulazione della teoria della selezione naturale di Darwin, alla sintesi neo-darwiniana, sino alla concezione causale del gene nella genetica popolazionistica. Si sottolineano i cambiamenti paradigmatici di ogni avanzamento della conoscenza, nonché l'impatto che i relativi concetti hanno avuto sulla ricerca scientifica degli anni successivi. Esempio in questo senso è l'adozione del concetto di gene come unità discreta della trasmissione ereditaria. Prima di allora, i caratteri paterni e materni erano assunti come semplicemente miscelati nella discendenza in forme non suscettibili di essere misurate. L'adozione della misura di questi caratteri – il conteggio dei famosi piselli verdi o gialli, rugosi o lisci da parte di Mendel – ha permesso di concepirli in termini combinatori. È stato così possibile interpretare l'evoluzione come la storia dei cambiamenti che l'insieme dei geni di ogni specie – il così detto pool genetico – ha subito nel corso del tempo. Con la ricomposizione della teoria di Darwin e della genetica mendeliana, i cambiamenti morfologici degli organismi sono stati attribuiti, da una parte, alle mutazioni insorte casualmente nella replicazione genica e, dall'altra, all'azione della selezione naturale. In questo modo, l'apparente teleonomia degli esseri viventi non è stata più spiegata come tendenza preordinata verso un obiettivo, ma come un algoritmo aperto suscettibile di modificarsi in relazione alle modalità con cui organismo e ambiente interagiscono nel tempo.

Con la scoperta della struttura a doppia elica del DNA, questa convinzione si è ulteriormente rafforzata perché ha reso possibile spiegare in termini molecolari le condizioni che fanno del DNA il depositario dell'informazione genetica. La conoscenza di questa struttura rimanda alla stessa definizione di informazione e ai meccanismi attraverso cui questa si tramanda invariata da una generazione all'altra. Tuttavia il riferimento alla sola teoria di Shannon e Weaver (1949) per interpretare il contenuto informativo del DNA è inappropriato perché considera i soli aspetti sintattici delle sequenze nucleotidiche e non tiene affatto conto del ruolo svolto dal DNA nell'attività cellulare. Il libro sostiene la tesi secondo cui l'informazione non è *trasferita* dal DNA alle proteine, come se fosse equivalente a un contenuto materiale o uno stato energetico, ma *interpretata* in funzione del contesto cellulare in cui è fatta esprime-

re. Nella misura in cui lo stesso concetto di informazione è posto in discussione si pone il problema di comprendere quale relazione intercorra tra la dinamica della sintesi delle proteine e la sua codificazione in forma digitale. La relazione non ha valore causale di per sé perché il DNA non è autonomo nella gestione dell'informazione di cui è depositario. È molto più probabile che l'informazione sia una memoria delle relazioni esplorate e che rappresenti perciò la storia di ciò che è stato selettivamente assunto nel repertorio d'azione, piuttosto che costituisca un programma di istruzioni per la determinazione delle funzioni codificate.

Il confronto tra i paradigmi genetico ed epigenetico consente di apprezzare l'impatto che questa impostazione teorica ha avuto sulla stessa comprensione dei processi evolutivi e di sviluppo. In una concezione esclusivamente geno-centrica, i geni sono ritenuti funzionalmente autonomi nella loro capacità di determinare i relativi caratteri in rapporto paritario con le proteine per le quali codificano. La concezione epigenetica pone in discussione queste assunzioni e cerca di dimostrare che il patrimonio genetico di una specie può essere modificato, non solo per mezzo delle mutazioni insorte casualmente nel corso del processo evolutivo, ma anche attraverso modifiche parentali dei neo-trascritti espressi nel corso dello sviluppo embrionale. In questo modo, l'eredità non è più concepita come determinata esclusivamente dai cambiamenti di ordine sintattico subiti dal DNA nel corso della replicazione, ma anche da quelli semanticamente attivi instauratesi nel corso della sua trascrizione. Da questo punto di vista, l'uovo fecondato diviene allora il contesto entro cui il testo rappresentato dalle sequenze nucleotidiche ricombinate viene a essere dotato di significato.

Il libro esamina vari modelli di sviluppo per dimostrare l'attendibilità del principio secondo cui l'informazione non pre-esiste alla forma, ma risulta invece dalla relazione che intercorre tra la distribuzione differenziale dei neo-trascritti materni e i nuclei zigotici prodotti nel corso della segmentazione. In un sistema in divenire, pertanto, né la forma né l'informazione sono predeterminate. Al fine di porre in discussione la spiegazione riduzionistica e proporre il significato come forza propulsiva dell'evoluzione, il libro offre molti spunti di riflessione sulla natura semiotica del fenomeno vivente. La stessa complessità del fenomeno vivente è risolvibile in diversi livelli gerarchici, dal genetico all'epigeneti-

co, dal comportamentale al simbolico. A ogni livello, la selezione agisce permettendo la sola persistenza di quelle funzioni che risultino compatibili con i vincoli posti dagli altri livelli della stessa gerarchia. Pur non essendo definibili a priori, gli effetti fenotipici che la selezione produce possono persistere e diventare trasmissibili solo se integrati in relazioni di reciproca dipendenza all'interno dell'intero di appartenenza. Oltre che persistere nel tempo attraverso la codifica di una memoria, i sistemi viventi devono anche acquisire una dimensione spaziale attraverso la realizzazione di una così detta *chiusura topologica*. Definendo un confine tra uno spazio interno e uno esterno, la membrana plasmatica consente alla cellula di ricevere un continuo apporto energetico per mezzo di meccanismi di permeabilità selettiva. Con queste proprietà differenziali, la membrana plasmatica diviene così luogo di selezione semiotica tra i segnali di origine extracellulare e i relativi recettori assemblati in varie sovrastrutture oligomeriche.

Nel capitolo VI si fa notare come il termine di *riproduzione* sia comparso abbastanza tardivamente sulla scena culturale europea, essendo stato preceduto da quello di *generazione* e di *procreazione*. Si discute perciò delle numerose conseguenze che questo cambiamento paradigmatico ha avuto sul modo di concepire e di vivere la stessa sessualità in epoche recenti, nonché dei comportamenti che ne sono derivati. Tra i vari aspetti della riproduzione e dello sviluppo considerati nel libro, particolare rilievo è dato al fenomeno della clonazione. Si suggerisce che la clonazione sia stata mal interpretata dall'opinione pubblica in quanto ritenuta equivalente a uno strumento di perpetuazione individuale. Il libro offre una serie di considerazioni di ordine scientifico e tecnologico nell'intento di far comprendere le ragioni che hanno portato a esplorare la fattibilità di questa tecnica e le problematiche che il suo impiego in varie specie animali ha contribuito a risolvere.

Riflettere sul significato del fenomeno vivente non implica soltanto spiegarne i meccanismi, ma privilegiare la relazione come condizione necessaria e sufficiente per lo stabilirsi di nuove dinamiche di sviluppo. In questa chiave, la seconda parte del libro esamina alcuni aspetti del fenomeno vivente, dall'emergenza della intenzionalità alla coscienza di sé, fino a sfociare nel rapporto tra ragione e fede. La relazione tra spiegazione e significato è così estesa dal contesto biologico dei processi di

evoluzione e sviluppo a quello più propriamente cognitivo. In prima istanza ci si chiede che cosa significhi apprendere e in che misura l'informazione acquisita per apprendimento si rapporti ai meccanismi della trasmissione ereditaria. Vista la pervasività della concezione evolutiva è quasi inevitabile che anche l'apprendimento sia considerato e discusso alla stregua di un processo selettivo. Se nell'eredità genetica c'è un'esperienza che diviene memoria della specie in grado di perpetuarsi invariata nel tempo, nell'apprendimento c'è ugualmente un'esperienza che diventa memoria e riferimento per l'individuo, ogni qual volta sia assimilata cognitivamente. In questo modo i principi di autoregolazione e di autoreferenzialità esplorati nel corso dell'evoluzione possono essere ugualmente invocati per interpretare la genesi dell'intenzionalità soggettiva. L'apparente teleonomia del vivente diventa così teleologica semplicemente perché sostenuta e mediata da un atto intenzionale. In questi termini l'esperienza del vivente è foriera di significati, non tanto perché indirizzata al raggiungimento di un obiettivo, quanto perché in grado di correlarsi con gli effetti prodotti dal proprio agire e quindi dalla significatività che scaturisce dalla consapevolezza delle sue conseguenze.

Il libro si conclude con il tentativo di recuperare il senso dell'agentività propria del soggetto che è in grado di costruirsi un mondo. Nell'impossibilità di potersi rappresentare il mondo così com'è, l'uomo ha cercato un fondamento nella spiegazione dei correlati dimenticando la significatività della relazione. Ma così facendo ha trascurato di prendere coscienza della creatività che è insita nello stesso atto di agire e di stabilire una relazione costruttiva con il mondo. Se l'uomo affrontasse seriamente il problema della relatività delle certezze così fondate, si troverebbe nelle migliori condizioni per poter scoprire che non esiste alcuna via prestabilita da percorrere, che non c'è là fuori qualcosa che attende ancora di essere scoperto, ma ci sono invece tante vie possibili ognuna delle quali può acquisire consistenza cognitiva nell'atto stesso di essere percorsa.

Franco Giorgi

Castiglioncello 20, settembre 2016

Parte prima:

LA BIOLOGIA DEL DIVENIRE

Capitolo 1

LA NATURA DELLA CONOSCENZA

1.1. L'ESIGENZA DI CONOSCERE

Esistono varie forme di indagine attraverso le quali raggiungere una comprensione soddisfacente del mondo. In linea di principio, ognuno può costruirsi una immagine onnicomprensiva del mondo conoscibile in cui situare cose o eventi esperiti in base al proprio interesse. Il presupposto per l'accettazione di una tale visione è che ciò in cui si crede venga inteso come necessariamente vero. Mentre sul piano psicologico l'aderenza a un tale credo produce effetti rassicuranti circa gli obiettivi da raggiungere e gli interessi da coltivare nella vita, niente può garantirci *a priori* della validità della coincidenza tra la verità accertata e la certezza della propria credenza. Potremmo definire la conoscenza come il processo o l'atto attraverso cui questa certezza è stata acquisita per mezzo di una chiara percezione dei fatti osservati. Nuova conoscenza può infatti ottenersi dalla elaborazione di conoscenze pre-esistenti facendo ricorso alla sola inferenza logica o acquisirla attraverso l'interpretazione di cose o eventi osservati direttamente. Nell'uno e nell'altro caso si tratta però di conciliare l'osservazione dei fatti con l'interpretazione e, in sostanza, di stabilire la natura del legame logico-deduttivo che intercorre tra l'osservazione svolta e la spiegazione offerta. Quindi, in sostanza, chi o che cosa può garantirci della veridicità delle nostre conoscenze?

Le domande che possono essere poste sul perché una certa cosa esista o sul come un certo evento possa verificarsi sono praticamente infinite. E altrettanto numerose sono le risposte che possono essere offerte in relazione ai diversi credo personali. Ma c'è forse un ulteriore passo da fare per comprendere perché alcune domande possono essere più valide e alcune risposte più realistiche di altre: il confronto con l'esperien-

za. Conoscere significa prima di tutto confrontarsi con l'esperienza e cioè con una realtà che includa oggetti che, per osservazione diretta o percezione mediata, possono diventarci familiari. Ogni qual volta siamo posti in condizioni di verificare la congruità delle osservazioni con l'esperienza quotidiana, ci sentiamo autorizzati a confermare la validità del nostro punto di vista. Qualunque cosa stia a fondamento del nostro credo, potremmo ragionevolmente ritenerci nel giusto solo se l'aspettativa è confermata dall'esperienza. In caso contrario – se qualche cosa di inatteso dovesse verificarsi – saremmo costretti a cambiare punto di vista. È quindi la corrispondenza con l'esperienza che, in qualche modo, ci autorizza a credere come vere soltanto quelle aspettative che hanno un riscontro con l'osservazione.

Se l'esperienza diventa l'unico tramite attraverso cui poter acquisire nuova conoscenza, di quali strumenti logici potremmo allora avvalerci per interagire con la realtà e interpretarla oggettivamente? Sin dall'antichità i filosofi hanno individuato due tipi di ragionamento: quello induttivo e quello logico-deduttivo. Senza entrare nei meandri delle definizioni filosofiche basti dire che il ragionamento deduttivo implica una necessità di fatto, per cui si deduce ciò che è già implicitamente contenuto nelle premesse. L'induzione invece presuppone l'estensione di una serie limitata di osservazioni a una generalità di casi. Si dice pertanto che il ragionamento induttivo estende il particolare al generale. In realtà, sia il ragionamento deduttivo che quello induttivo, non sono scientifici in senso stretto perché non consentono di acquisire nuova conoscenza. Anche il ragionamento induttivo infatti presuppone che tutti i casi a cui la conoscenza del particolare è estesa siano necessariamente uguali, debbano cioè appartenere allo stesso insieme di oggetti o di fenomeni.

Il ragionamento scientifico è per sua natura ipotetico-deduttivo. Ciò significa che lo scienziato fa un'ipotesi iniziale concedendosi la libertà di immaginare come le cose debbano o possano essere per render conto delle osservazioni effettuate, anche nel caso in cui queste non siano direttamente osservabili. In un secondo tempo potrà dire che, se le cose fossero effettivamente come sono state immaginate, allora sul piano pratico ne dovrebbero conseguire tali e talaltre conseguenze e queste ultime dovrebbero essere verificabili. Quindi il metodo è *ipotetico* per-

ché fa ricorso a un atto creativo – si immagina un mondo possibile che giustifichi quello reale – e *deduttivo* perché soltanto le conseguenze dedotte logicamente da quell'atto iniziale possono essere verificate sperimentalmente. A questo punto si dovrebbe comprendere che conoscere il mondo scientificamente non significa acquisire una conoscenza certa e definitiva, ma semplicemente probabile. In funzione dell'adozione del metodo ipotetico-deduttivo noi potremo solo farci dei modelli credibili del reale, ma non necessariamente veri.

In pratica, quindi, lo scienziato formula ipotesi plausibili sui meccanismi che determinano gli eventi osservati e pone al vaglio le condizioni che ne garantiscono la riproducibilità sperimentale. A verifica ultimata, chiamerà effetti gli eventi osservati e cause gli eventi che ne rendono ricorrente l'accadimento. È scientifica quella spiegazione che riconosce l'asimmetria degli accadimenti, per cui le cause precedono sempre gli effetti. Infine cercherà di generalizzare le interpretazioni verificate sperimentalmente in modo da costruirsi una teoria, proporrà cioè un modello che gli consenta di applicare le ricorrenze osservate a una generalità di fenomeni, non direttamente osservabili.

In realtà il processo di acquisizione della conoscenza sperimentale è più complesso di quanto possa apparire a prima vista. Non si tratta soltanto di formulare ipotesi plausibili per le osservazioni già effettuate, ma di stabilire quali osservazioni poter svolgere al fine di discernere sperimentalmente tra ipotesi alternative. In altre parole, tra tutte le domande possibili che lo scienziato può sollevare – e praticamente sono infinite – soltanto quelle suscettibili di essere affrontate sperimentalmente forniscono risposte scientificamente significative. Tutte le altre, per quanto legittime sul piano culturale, appartengono ad altri reami della conoscenza. Ciò depone a favore di una circolarità logica della ricerca scientifica per cui è sempre difficile definire a priori le ragioni che portano a interpretare un'osservazione sulla base delle ipotesi disponibili o le ragioni che suggeriscono nuove osservazioni a partire da ipotesi plausibili. E dimostra anche che non esistono fatti scevri da teorie per cui, in pratica, si tenderà sempre a verificare quelle osservazioni che, in un modo o nell'altro, si correlano con le nostre aspettative. Non bastano mille esperimenti per verificare le nostre teorie, mentre ne è sufficiente uno soltanto per falsificarle!

In ultima analisi, il progresso scientifico procede esplorando un mondo plausibile che di volta in volta viene reso credibile attraverso una verifica sperimentale o, per dirla in modo più corretto, attraverso l'esposizione alla falsificazione sperimentale. Non avremo quindi una realtà certa, ma una realtà credibile. Dal punto di vista scientifico conoscere non significherà quindi guadagnarsi certezze, ma spostare il fronte delle incertezze. Non significherà tendere a una realtà ultima interamente definita ma, al contrario, rendere l'orizzonte del conoscibile sempre più ampio. Per quanto ragionevole possa sembrarci questa conclusione, non è così facile garantirsi della veridicità di certe credenze e soprattutto non è facile verificarne la condivisione con altri. Quante cose possono essere credute vere senza aver mai avuto la possibilità di verificarle direttamente! Molte volte si può credere vero ciò che ci è stato detto o rivelato o perché siamo stati persuasi della sua veridicità. La persuasione però presuppone sempre un rapporto di dipendenza, o comunque di fiducia, tra chi ha detto e chi ha ascoltato. È quando manca questo rapporto o addirittura manca la possibilità di verificare l'attendibilità di ciò che è stato detto che si avverte la necessità di avere un riscontro esterno. Se non vuoi credere in ciò che dico, per lo meno verificalo tu stesso per esperienza diretta!

Ma come è possibile porre a confronto esperienze diverse se queste si fondano soltanto sui rispettivi resoconti verbali? Ancora una volta si pone il problema di verificare la congruità dei linguaggi impiegati per riferire verbalmente le diverse esperienze vissute. Ciò che ognuno di noi può dire di quel che prova è necessariamente espresso in un linguaggio soggettivo. Quindi il primo presupposto perché possa sussistere un livello minimo di comunicazione tra due osservatori è che entrambi facciano ricorso a uno stesso linguaggio, fondino cioè le proprie osservazioni su un riscontro esterno al quale riferire la propria esperienza. L'unico modo per creare una situazione esterna per la descrizione oggettiva della realtà è adottare la misura: trasformare cioè i *colori* in lunghezze d'onda, i *suoni* in frequenze, il *tempo* in durata e il *peso* percepito in masse gravitazionali. Una volta stabilita un'unità di misura per ogni grandezza esperibile, l'evento da verificare non sarà più correlato con la percezione dell'osservatore, ma con la precisione con cui è stato misurato e con i numeri con cui è stato espresso.

La scienza è nata quando la realtà oggettuale è stata presa come unico riscontro credibile delle dispute tra sostenitori di credo diversi e la misura quantitativa come unico fondamento per la oggettivazione delle loro esperienze. Se tutto questo ha un senso, cosa significa allora chiedersi perché o come un evento è avvenuto o una cosa esiste? L'unica possibilità che l'uomo ha avuto in passato per rispondere a domande così radicali è immaginarsi una situazione reale o ipotetica in cui la cosa o l'evento in questione potessero non esistere o non essere verificabili. La difficoltà di immaginare un mondo diverso da quello che cade sotto l'esperienza rende le domande sul perché la cosa esista o perché l'evento si debba verificare squisitamente filosofiche o metafisiche. Più che cercare risposte, le domande filosofiche aspirano a trovare un contesto entro cui essere legittimate, abbiano cioè un senso e un significato per giustificare il loro porsi come domande. Per contrasto, la scienza può solo porre domande sul come una cosa esista o un evento si verifichi, per cui le risposte che cerca sono inerenti la descrizione di ciò che accade. In altre parole, scientificamente si può soltanto rispondere alla domanda *come* una cosa esista o un evento accada, ma non *perché* questa esista o debba accadere.

Noi non sapremmo mai rispondere scientificamente alla domanda *perché* gli eventi accadono, ma soltanto *come* accadono. A mo' di esempio, si osservi che non ha senso chiedersi *perché* la gallina attraversò la strada, dal momento che non ci sarà mai la possibilità di verificare sperimentalmente un accadimento che presuppone un'intenzione, mentre avrà senso chiedersi *come* la gallina attraversò la strada, presupponendo con ciò di voler verificare se la gallina in questione ha attraversato la strada correndo, svolazzando o saltellando. La domanda perché la gallina attraversò la strada è quindi tutt'altro che scientifica perché chiaramente presuppone l'ovvietà della risposta *per andare al lato opposto della strada*. Attribuendo l'esito dell'evento alle stesse intenzioni della gallina, la risposta ingenua evita l'onere di osservarne e descriverne il comportamento!

Tra tutte le domande che teoricamente potremmo porci soltanto quelle suscettibili di avere un riscontro sperimentale con l'esperienza possono pertanto ambire ad avere delle risposte scientificamente attendibili e fornirci immagini veritiere della realtà. L'osservazione e la mi-

sura divengono così gli elementi discriminanti tra ciò che diviene scientificamente accessibile e ciò che inevitabilmente è destinato a rimanere ignoto. Tutto questo, ovviamente, costituisce una forma di controllo del fenomeno in osservazione al punto da consentirci di prevederne gli esiti futuri, nonché di stabilire a priori gli effetti prodotti dallo stesso intervento sperimentale. Ciò che avvalorata la scientificità di certe domande e la pertinenza delle relative risposte è dato dal contesto entro cui sono formulate. L'esperienza ci dice infatti che molte domande non possono avere risposta perché formulate entro contesti impropri. Molte volte è più proficuo cambiare il contesto entro cui porre la domanda piuttosto che cercarne comunque una risposta. Scientificamente hanno senso soltanto quelle domande per cui sono disponibili metodiche o strumentazioni atte a fornirne risposte sperimentalmente non ambigue. Questo significa che è possibile interrogare solo quegli aspetti del reale che possono essere vagliati con un linguaggio oggettivo ed essere pertanto verificabili da tutti indipendentemente dalle percezioni individuali. Una delle conseguenze più significative che fa seguito a questa impostazione è che ciò che chiamiamo *fatti* in termini scientifici sono in realtà *dati* derivanti da una misura strumentale del fenomeno in osservazione. Questo implica che colori, sostanze e suoni divengono reali e oggetti di discussione e di comunicazione linguistica in quanto misurabili come punti, distanze e volumi. Solo la misura in quanto dato espresso in termini quantitativi ci consente quindi di dire se un evento avviene prima o dopo un altro, se un livello è più o meno alto di un altro o se un oggetto è più o meno pesante di un altro. In assenza di misura il confronto tra tutte queste situazioni sarebbe inevitabilmente lasciato alla sola percezione individuale e, come tale, suscettibile di essere interpretato nei modi più diversi.

Oltre alle indubbie potenzialità che l'adozione del metodo scientifico ha apportato allo studio della natura e alla conoscenza in generale, non vanno dimenticati gli inevitabili limiti con cui questa stessa conoscenza è stata acquisita. In primo luogo, a causa della già ricordata distinzione tra le domande sul *come* piuttosto che sul *perché*. Scientificamente non c'è alcun modo di sapere perché le cose sono quel che sono, perché possiamo soltanto misurare le proprietà che manifestano. Come avremo modo di discutere più ampiamente in seguito, l'osservazione e la misura