

## CAPITOLO 3

### SULLA SCIENZA

D. *Lei ha parlato della necessità di fronte a cui si è trovato, di dedicarsi all'epistemologia per rispondere alle critiche che le venivano fatte riguardo alla teoria delle catastrofi. Da che punto di vista ha avuto bisogno dell'epistemologia?*

T. Il fatto è che effettivamente sono stato oggetto di critiche sul terreno epistemologico. Mi sono dedicato un po' alla filosofia della scienza prima di impegnarmi nella filosofia più generale di cui abbiamo appena parlato.

Sono partito in qualche modo dalla validità della teoria delle catastrofi, e sono arrivato a interessarmi della posizione della scienza in generale, di quel che ci si può attendere dal punto di vista della conoscenza. È lì che ho cominciato a sviluppare delle posizioni critiche nei confronti del metodo detto sperimentale e della credenza abbastanza ingenua che si ha in generale delle virtù dell'esperienza che ci condurrebbe a dei progressi. Credo che la sperimentazione in sé non possa realmente condurre a dei progressi. L'ho già detto. Le ho detto ugualmente che essa non può permettere di controllare se non si ha una teoria, dunque se non si dispone degli strumenti di estrapolazione necessari per la previsione. Ora, mi trovo come di fronte a un muro: in una scienza come la biologia, per esempio, la gente rifiuta la necessità dell'immaginario in teoria. La teorizzazione, per me, è legata alla possibilità di immergere il reale in un virtuale immaginario, dotato di proprietà generative, che permettono di fare delle previsioni.

D. *Vale anche per la matematica?*

T. Si può dire che la matematica è immaginaria per essenza... Soprattutto se si assume il punto di vista materialista di M. Changeux.

Lei conosce il libro che ha pubblicato qualche mese fa, *Matière à pensée*<sup>1</sup>?

D. *Le conversazioni con Alain Connes?*

T. Questo dibattito non mi pare che vada molto lontano, perché le argomentazioni presentate da una parte e dall'altra sono ambedue nell'ambito della fede. È lo scontro fra due certezze. Ho eventualmente molta più simpatia per la posizione di Connes<sup>2</sup> che per quella di Changeux. Ma nel complesso questo dibattito non mi ha dato molto.

D. *Più simpatia perché Connes è matematico, o perché lei ha, in qualche modo, dei presupposti ideologici della stessa natura?*

T. Sono certo di essere rimasto matematico in larga misura. Ho dunque più simpatia... codisciplinare con Alain Connes che con Changeux. Penso d'altronde che il punto di vista strettamente materialista di Changeux non porti molto lontano. Sono di quelli che pensano che, anche nella scienza, l'introspezione e l'esperienza mentale hanno una funzione importante. Tutti i grandi progressi teorici, a mio avviso, provengono dalla capacità degli inventori di "mettersi nella pelle delle cose", per potersi identificare per empatia con qualunque entità del mondo esterno. E questa specie di identificazione trasforma un fenomeno oggettivo in una sorta di esperienza concreta e mentale.

D. *Lei ha dei ricordi personali di questo tuffo introspettivo?*

T. Non sono un fisico. In matematica non è la stessa cosa: si è nella situazione dei metodi, degli strumenti matematici, esattamente come davanti a degli strumenti materiali. Ci si serve di un metodo formale esattamente come ci si serve di un paio di forbici per tagliare un foglio di carta. È dello stesso tipo. C'è una specie di intuizione spaziale che entra in gioco in ambedue i casi. È questa specie di continuo universale che serve a involuppare da una parte la formalizzazione, e dall'altra parte l'apparecchiatura spaziale abituale. È a mio avviso su questo terreno che si perviene a fare la giunzione tra i due modi di conoscenza, quella che si dice oggettiva e quella che io chiamerei intuitiva, introspettiva.

<sup>1</sup>Jean Pierre Changeux e Alain Connes, *Materia e pensiero*, Bollati Boringhieri, 1991.

<sup>2</sup>Cfr. anche A. Connes, A. Lichnerowicz, M.P. Schützenberger, *Triangolo di pensieri*, Borla Boringhieri, 2000.

### 1. Di nuovo sul rapporto qualitativo-quantitativo

D. *A proposito di metodo, di concezione del lavoro di ricerca scientifica: sui rapporti tra il rigoroso e l'approssimato, secondo lei la fisica, o i modelli quantitativi con la formula che funziona bene, sarebbe rigorosa, mentre il metodo che lei propone sarebbe approssimato?*

T. Così direbbero i fisici. Ma questo ci rinvia ancora una volta alla sentenza di Rutherford di cui ho parlato: “qualitativo non è che un mediocre quantitativo”. Rutherford la pensa come lei: il qualitativo, è un cattivo quantitativo. Le ho già risposto che c'è un aspetto topologico del qualitativo. La topologia tratta la configurazione delle forme che non hanno niente a che fare con il dominio dello spazio, in linea di principio. Un'analisi topologica di una situazione ha un contenuto qualitativo che non è quantitativo. C'è, in questo senso, un contenuto qualitativo e non quantitativo nella teoria delle catastrofi.

D. *Un fisico potrebbe pensare in questo modo, lei diceva. Per tornare all'epistemologia, ho potuto notare in diversi colloqui che esiste una rivalità, anzi un certo antagonismo, tra la posizione dei fisici, il modo in cui si esprimono, e quella dei matematici. Alain Connes, di cui parlavamo poco fa, fa un'osservazione di questo genere a J.-P. Changeux: i concetti matematici precedono spesso di gran lunga anche la teoria fisica, appaiono prima che il fenomeno fisico venga identificato.*

T. Lei pone così un problema generale: è quello dell'osservazione. In un paesaggio di fenomeni, è possibile riconoscere un oggetto o una cosa se non se ne ha prima il concetto? È questo il punto semplicissimo: se non si ha il concetto di un oggetto, non lo si riconoscerà. Oppure, ci si limiterà a delle osservazioni: lì, c'è un'onda, qui, un piccolo sprofondamento, una piccola fenditura, un buco. Ma sono degli accidenti quasi topologici. Non è quantitativo. La possibilità di riconoscere un essere in generale, un'entità in un paesaggio empirico, è sempre a mio avviso subordinato ad una concettualizzazione.

D. *Ho creduto di capire che alcuni matematici vanno più lontano di questo: alcuni dicono che lo strumento matematico era già disponibile, prima che la fisica potesse averne bisogno. Le metafore che la fanno parlare di oggetti matematici, mentre altri parlano di enti matematici, non sono certamente senza significato.*

T. Lo ripeto, mi sembra che si possa osservare solo ciò di cui si ha preventivamente il concetto. Tuttavia, gli sperimentatori possono arguire dal fatto che, partendo da un sistema di concetti esistenti, l'osservazione o la sperimentazione possono apportare delle modifiche di questo sistema di concetti, e obbligarlo in qualche modo a biforcarsi in altre direzioni, permettendo così la creazione di nuovi concetti. È perfettamente difendibile. E si troverebbero certamente degli esempi.

Ma se si guarda la nascita delle grandi teorie scientifiche, si può dire che l'immaginazione, la costruzione concettuale, hanno preceduto in generale i dati dell'esperienza. La maggior parte della gente crede di eliminare il problema affermando brutalmente che è il dialogo del pensiero e dell'esperienza che fa il progresso. La metafora del dialogo è bella, ma occorrerebbe cercare di sapere come si svolge.

Io credo che il grosso dei concetti matematici sia di origine endogena. Non credo proprio alla possibilità di un'origine sperimentale di un concetto matematico, di un principio suggerito dall'esperienza. Esiste bensì la trasformata di Fourier, ma essa è venuta fuori dalla necessità di quantificare qualche cosa che esisteva già da prima: gli strumenti della musica. E si tratta sempre di vibratorii, che emettono dei suoni, che hanno uno spettro. Occorre capire come si organizza questo spettro. In questo senso, questa teoria è essenzialmente un risultato dello studio dei fenomeni vibratorii, e cioè degli strumenti musicali. Cos'è che ha creato la musica? Probabilmente non la matematica. Ma la melodia e l'armonia sono state veramente una delle grandi scienze dell'Antichità greca; il fatto che si potessero associare gli accordi a dei rapporti relativamente semplici di lunghezza di corde ha avuto una sua parte.

*D. Lei pensa dunque che la matematica abbia una natura piuttosto endogena, vale a dire che si evolva da sola, che i concetti si concatenino gli uni con gli altri, si arricchiscano, facciano dei progressi. La matematica si inventa...*

T. Direi piuttosto che si genera per una specie di dialettica interna che viene alla superficie solo molto progressivamente. Perché occorrono millenni affinché un concetto matematico acquisti realmente tutta la sua ricchezza. Certi epistemologi pretendono che il concetto di funzione non esistesse presso gli Antichi; altri affermano il contrario: nella Grecia antica, c'è pur stata la legge delle leve enunciata da Archimede. Una legge della meccanica, peraltro falsa, è stata proposta da Aristotele. È tuttavia probabile che non esistesse un concetto di

funzione. Esso è apparso essenzialmente nel XVII e XVIII secolo, quando si sono cominciati a fabbricare dei polinomi in algebra, poi con questi polinomi si sono costruite funzioni più generali. Ma il concetto di funzione non è stato definito con precisione e in modo rigoroso se non da Leibnitz nel 1695, sembra. E allora, che prodigioso strumento per esprimere il determinismo delle leggi scientifiche! Prima della comparsa di questo concetto, era praticamente impossibile definire che cosa è il determinismo.

D. *La fisica si è messa in marcia?*

T. Certamente. Altrimenti detto, i progressi scientifici sono sempre subordinati alla possibilità di uno strumento mentale che permetta di esprimere le corrispondenze, le regolarità delle cose.

D. *Mi viene in mente una domanda: ci sono dei limiti alla scoperta matematica? C'è forse una questione un po' metafisica, ma, in altri termini, il numero dei concetti è finito o infinito?*

T. Basta pensare ai transfiniti di Cantor<sup>3</sup> per sapere che il numero dei concetti è infinito e anzi di un'infinità paurosa! Ma il problema è che questi transfiniti di Cantor sono oggetti che non hanno nessun interesse matematico. Il mio collega Dieudonné insiste molto su questo punto: sono degli oggetti che hanno affascinato alla fine del XIX secolo. Ci si rende conto finalmente che si tratta di enti del tutto inaccessibili. È una sorta di delirio. Si sono fabbricati degli enti, frutto di una fantasia delirante. Ma può succedere; c'è della matematica praticamente senza contenuto, della matematica vuota. C'è un'altra matematica che è pienamente significativa!

D. *Cosa è una matematica vuota? Si tratta di una matematica che non troverà mai applicazione? Mentre quelle che sono significative potrebbe eventualmente incrociare una scienza sperimentale?*

---

<sup>3</sup>Secondo Cantor, due insiemi  $A$  e  $B$  si dicono *equipotenti* se esiste una corrispondenza biunivoca tra  $A$  e  $B$ . L'equipotenza è una relazione di equivalenza; l'astrazione relativa a questa equivalenza è il "numero cardinale" (cioè  $A$  e  $B$  hanno lo stesso numero di elementi). Tale numero può essere finito o non finito (cioè transfinito). Il più piccolo numero cardinale transfinito (detto anche "alef zero") è la cardinalità dei numeri naturali. Un altro numero transfinito è il continuo, che è la cardinalità dei numeri reali, la cardinalità dei punti di una retta e di un segmento. Si vede facilmente che questa cardinalità è "maggiore" di quella dei numeri naturali: basta pensare ad una retta e ai suoi punti a coordinate intere.

T. Certamente c'è qualcosa di questo. Una matematica vuota è matematica che è stata costruita per semplice estrapolazione, a causa della generatività interna di una struttura. Se prendo tutti gli interi, 1, 2, 3, 4, ecc., l'addizione + 1 non si ferma mai. Vado dunque all'infinito. Qual è lo statuto ontologico di un intero molto grande, così grande che non lo si possa realizzare fisicamente? Si è molto rimproverato a Benveniste<sup>4</sup> la sua teoria dell'acqua. Egli pretendeva che l'acqua avesse una memoria, quando si fosse diluita la sostanza  $10^{110}$  volte. L'argomentazione diceva: se si prendono tutte le particelle contenute in un universo conosciuto, non si raggiunge questo numero. Si raggiunge forse  $10^{70}$  o qualcosa di vicino, ma non questo numero. Si è dunque considerata un'operazione che non si potrebbe realizzare nemmeno in tutto l'universo. Non so che valore abbia questo genere di argomentazione, ma è certo che un numero troppo grande dà sempre un po' le vertigini.

D. *Quale che sia il carattere virtuale dell'abbondanza matematica, la sua relazione con un reale concreto, sia pure più o meno vago, più o meno lontano, si trova sempre dietro ad esso?*

T. Sì, ma penso che ci sia qualcosa come un tronco comune della matematica, che si è obbligati ad apprendere se si vuol praticare la matematica. Questo tronco comune è costituito giustamente dalla parte della matematica che è servita a costruire le leggi fisiche, a dare il modo di rappresentare ciò che può venir rappresentato matematicamente nel mondo.

## 2. Sulla natura degli enti matematici...

D. *Lei parla spesso di enti matematici...*

T. Si potrebbero prendere in considerazione delle strutture o dei sistemi di associazione del tipo di quelle che una volta si chiamavano *categorie*. C'erano le categorie aristoteliche, le categorie kantiane, ecc. È un po' nello stesso spirito che ci sono, credo, in matematica degli enti fondamentali che, in un certo senso, possono dispiegarsi in strutture matematiche. Lo statuto di questi oggetti è evidentemente qualcosa di molto difficile da esplicitare perché si esita tra una situazione che si direbbe puramente psichica (tutto questo è nel nostro cervello, nelle nostre sinapsi, e se queste non esistessero, questi enti

<sup>4</sup>Jaques Benveniste (1935-2004)

non esisterebbero) e un'altra che ha qualcosa della realtà oggettiva. Penso personalmente che sia una visione errata e che si debba dare a questi enti un'esistenza che forse è deducibile per astrazione dagli oggetti concreti, ma che, cionondimeno, essi hanno una tale ubiquità che si è obbligati a riconoscere che sono presenti in qualche modo dappertutto nel reale.

*D. Alcuni dei suoi colleghi non esitano a dire che questi enti matematici possono addirittura preesistere all'esperienza fisica per esempio, e che è la fisica che si serve eventualmente di questi concetti. Lei d'altronde dice cose molto simili.*

T. Certo. Personalmente credo che l'esperienza mentale, in molti casi, può andare molto più lontano della sperimentazione nel senso tecnico del termine. La prova migliore è d'altronde che le idee fondamentali che abbiamo sulla materia non differiscono granché da quelle che avevano proposto i presocratici 2500 anni fa. Andiamo molto più lontano perché abbiamo la matematica. Se le nostre concezioni dello spazio differiscono da quelle dell'Antichità, è solo perché abbiamo la matematica, dunque strutture di cui si pretende che siano esse stesse psichiche.

*D. Si tratterebbe dunque di una sorta di elaborazione progressiva, perché c'è una certa continuità a partire dalle concezioni matematiche degli antichi Greci fino ai nostri giorni. Si è sviluppato un certo numero di cose che hanno arricchito i concetti, in qualche modo.*

T. Sento le cose in modo un po' diverso, nel senso che, anche se si accettasse un punto di vista strettamente materialista, dicendo che le strutture matematiche sono semplicemente il risultato delle acquisizioni delle nostre attività cerebrali, si potrebbe eliminare il fatto che le nostre attività cerebrali non sono esistite sempre. Esse sono state create da un organismo che si è formato, e se si è formato, non è solo a causa di una codificazione molecolare, come pensano i biologi. Ci sono costantemente leggi di carattere fisico che sono in gioco nella morfogenesi biologica, e in particolare in quella del cervello. Queste leggi si possono esprimere in modo astratto; nella misura in cui si possono realmente dominare, in cui si possono formulare, esse sono esprimibili in maniera astratta. In realtà, dunque, non si sfugge alla necessità di considerare degli enti astratti nella organizzazione della realtà.

D. *Le idee platoniche esistono in un universo virtuale: si potrebbe pensare secondo lei che le entità matematiche siano di natura confrontabile?*

T. Le idee matematiche sono prodotte nel nostro cervello nella misura in cui noi le pensiamo. Ma poiché esistono quando noi non le pensiamo, esse esistono da qualche parte, e non soltanto nella nostra memoria: esse esistono, direi, ugualmente altrove; sono all'opera in un gran numero di situazioni concrete.

D. *Esistono dunque ancor prima che siano state scoperte?*

T. Certamente! Si realizzano in un certo senso in un caso o nell'altro, in un materiale opportuno o in un altro. È la vecchia idea della partecipazione che era già in Platone e che rimane, credo, del tutto corretta. Non è incompatibile con l'idea di Aristotele di una materia e di una forma, giacché la materia si subordina a una forma.

D. *Lei parlava dell'idea secondo cui lo psichismo sarebbe prodotto dal cervello, come dice Changeux. Se si riprende questa ipotesi, quelli, che, alla maniera dei matematici parlano di enti matematici, dicono che c'è un'anima...*

T. Ciò che mi piace molto è la concezione aristotelica: l'anima come forma del corpo. Voglio ben credere, e Aristotele è formale su questo punto, che l'anima non si possa separare dal corpo: lo dice esplicitamente nel *De Anima*, e si è detto per questa ragione che era materialista. Ma, d'altra parte, la capacità di un corpo di essere il supporto di un'anima, è una cosa che si presenta come una struttura o come una legge a carattere formale, associata precisamente alla forma in senso morfologico, al senso spazio-temporale dell'organizzazione. Il tutto è evidentemente legato alla forma dei flussi che percorrono l'organismo: sanguigno, neuronale, metabolico in generale. Per me tutto questo è una forma, e ne esce come una forma residua a carattere organizzatore: l'anima.

Ma la struttura, il carattere in qualche modo intrinseco di questa forma residuale, è essa stessa qualcosa come il risultato di una struttura formale, a partire da quel gigantesco oggetto che è la considerazione della forma di tutti i movimenti molecolari e fisici del nostro organismo...

D. *...che è di una complessità straordinaria!*

T. Se ci si mette dal punto di vista molecolare... 22,4 litri contengono il numero di Avogadro ( $6 \times 10^{23}$ ). Il numero di molecole in gioco nel corpo umano dovrebbe dunque essere intorno a  $3 \times 10^{27}$ . Se si volesse rappresentare con un diagramma la configurazione del moto di queste molecole, occorrerebbe uno spazio di dimensioni almeno due volte  $3 \times 10^{27}$ ... È abbastanza enorme! E il materialista convinto, in generale, fa grosso modo appello alle proprietà della materia, dato che si crede di conoscerle, mentre non si conoscono! Questo si dimentica troppo facilmente: la ragion d'essere delle proprietà della materia resta un enigma. Gli scienziati non hanno l'abitudine di confessare la loro ignoranza! Ma resta che gli stati fasici della materia (solido, liquido e gassoso) aspettano ancora una teoria completa che ne renda conto. Mi è stato detto recentemente che anche lo stato solido, che ha come prototipo lo stato cristallino, non ha una spiegazione fondamentale a livello delle leggi della meccanica quantistica. Ci si spiega ben inteso che possa esistere, ma non si ha una dimostrazione formale che non possa esistere qualcosa d'altro. La stabilità dello stato cristallino, in particolare, non è dimostrata in generale.

E infine, prendiamo un esempio semplice: se quadrettiamo un piano con rette verticali e orizzontali equidistanti, otteniamo una configurazione di punti equidistanti che delimitano delle celle quadrate. Questo può certamente essere stabile per un potenziale di interazione tra atomi che siano disposti sui vertici dei quadrati. Ma, accanto a questa prima configurazione, se ne potrebbe avere un'altra fatta di esagoni. Che cosa è che convincerà gli atomi ad andare a disporsi secondo la disposizione in quadrati piuttosto che secondo la disposizione in esagoni? È molto difficile rispondere; non so se esista una risposta precisa a questa domanda. E se si opera a tre dimensioni, questo diviene spaventosamente complicato. Si crede di capire le cose, ma non si capiscono. Non parliamo della chimica: anche il concetto di legame chimico resta oscuro. Dicevo un giorno ad un amico che spiegare la vita con la chimica, equivaleva a spiegare *obscurum per obscurius!* Non so se sia piaciuta la formula...

L'illusione ingenua dei materialisti, è che essi si immaginano di conoscere tutte le leggi. Non è vero! Ben lungi da ciò!

D. *Anche le più fondamentali? Disponiamo non solo di leggi, ma di un certo numero di formalizzazioni che spiegano il come delle cose...*

T. Anche il “come” pone abbastanza difficoltà. Non si risalirà al Big Bang e alla concentrazione del plasma in gluoni, in adroni, ecc. Navighiamo in piena mitologia moderna!

D. *Si fa appello all’immaginazione per poter spiegare, o dare un’apparenza di coesione alla spiegazione.*

T. Per parte mia, io sono ingenuo: credo che si debba partire dalla realtà macroscopica usuale, che tutti noi conosciamo: la realtà che lei ha, che io ho, che ha questa scatola sulla mia scrivania. E se rifiutiamo a priori ogni validità a questa realtà, siamo condannati al solipsismo o a dottrine di un soggettivismo davvero forsennato. Bisogna partire da questo realismo inevitabile, ed è a partire da esso, che si devono costruire gli enti scientifici che possono permettere di andare più in profondità nell’organizzazione delle cose. Non bisogna cercare di mettersi a testa in giù per tentare di dimostrare la realtà di questa penna, invocando il fatto che io la percepisco grazie alla mia retina, dal mio corpo geminato e tutto un intreccio di neuroni e di sinapsi. D’altronde, tra noi, se lei rifiuta la realtà di questa penna, perché la vede? Io dico sempre questo ai miei amici neurofisiologi: perché vorreste che io creda più alla realtà dei neuroni e delle sinapsi se rifiutate la realtà di questa penna?

### 3. La salienza e la gravidanza

D. *Lei ha chiamato la meccanica quantistica il “grande scandalo intellettuale del ventesimo secolo”, perché manifesta che la scienza ha rinunciato all’intelligibilità del mondo. I suoi concetti di gravidanza e di salienza ci aiutano a renderla intelligibile?*

T. La salienza, si capisce subito di che si tratta<sup>5</sup>: una forma è saliente se si separa dal suo fondo. C’è dunque sempre una frontiera che limita l’oggetto e che separa l’interno dell’oggetto dal fondo. La discontinuità è in qualche modo inerente alla salienza. In fondo, solo la discontinuità in un certo senso si propaga, ed è abbastanza paradossale. Mi viene in mente che non ci avevo mai pensato...

La gravidanza appartiene piuttosto al mondo del continuo, ma è anche il supporto di enti propagativi, come il suono o la luce, ecc. Il

<sup>5</sup>Termine equivalente a sporgenza, prominenza, parte o elemento in rilievo. Proviene da “saliente” (che sale). In senso figurato: “particolare significativo”. (Grande dizionario della lingua italiana, UTET).

discorso, il logos, è, esso stesso, portato dalle vibrazioni sonore, che non si può dire siano di natura fondamentalmente discreta, ma si può dire che contengono degli elementi discreti.

*D. Il senso delle parole è portato dalla discontinuità dei fonemi...*

T. Si ricostituisce il suono a partire dalle discontinuità fonologiche.

*D. Le è appena venuto in mente che si propaga solo la discontinuità, ma grazie a un supporto di diffusione che è rappresentato dalla gravidanza.*

T. Noi non viviamo in un universo a una dimensione. Il solo universo in cui la discontinuità non si propaghi è la retta, il continuo unidimensionale. Se lei segna un punto su una retta, esso è dove è: in principio non si propagherà. Se si propaga, cessa di essere un punto. Ma se lei prende una figura bidimensionale come il disco, l'interno del cerchio, e se lei si pone su un punto del bordo, lei può dire che la discontinuità si propaga, perché c'è un piccolo arco di cerchio che passa per quel punto.

Lei sa che la teoria della gravidanza, la faccio derivare dall'animalità. Il fenomeno del condizionamento pavloviano è fondamentalmente la manifestazione della gravidanza. Se si fa suonare un campanello nelle orecchie del cane affamato, prima di dargli un pezzo di carne, e si ripete l'esperienza un certo numero di volte, il solo tintinnio del campanello lo fa salivare. Io interpreto questo dicendo che questo tintinnio, poiché c'è un intervallo sull'asse del tempo (c'è del silenzio prima e dopo), ha la funzione di una forma che sporge. È stata imbevuta, investita della gravidanza alimentare portata dalla carne. Quest'ultima è una forma pregnante del cane affamato, e questa gravidanza si comporta in qualche modo come un fluido che va a contaminare, a investire le forme sensoriali vicine alle forme sorgenti, sia nella continuità spazio-temporale, sia in similitudine.

Questo fluido penetra nel campo fenomenico attraverso quelle fessure che sono le forme sporgenti. Questo fluido ha delle proprietà molto speciali. Un'associazione come quella della carne e del tintinnio non durerà se non viene rinforzata. È artificiale, e dunque scomparirà se lo sperimentatore non la rinforza. Esistono invece delle associazioni che sono fondate sulla natura e che, per conseguenza, restano permanenti: è questo che è alla base del linguaggio umano.

La distinzione tra l'uomo e l'animale deriva dal fatto che quest'ultimo ha molte poche gravidanze: la fame, la paura, il desiderio

sessuale, ma queste pregnanze sono estremamente labili; esse possono infiltrarsi in un gran numero di forme sporgenti. Questa infiltrazione, tuttavia, è costantemente reversibile, non è mai definitiva, salvo forse per il fenomeno dell'impronta originale, che ha maggiori caratteri di irreversibilità.

C'è una certa ambiguità nel concetto di salienza. La salienza tipica è visiva: vediamo delle cose che si separano dal loro fondo. Ma la notte tutti i gatti sono grigi. La sporgenza, in fondo, dipende da una sorgente luminosa che illumina l'oggetto; ed è l'irreversibilità della radiazione emessa dalla sorgente che fa in modo che la luce si rifletta, o venga diffusa dall'oggetto. Essa entrerà nei miei occhi ed ecciterà la mia retina. Dal punto di vista dei processi fisici, dunque, la sporgenza necessita, per manifestarsi, di una gravidanza originale emanata da una sorgente esterna.

*D. La gravidanza mi sembra simile a un boccale di energia, che verrebbe a nutrire certi effetti che divengono salienti...*

T. Il concetto di energia, da molti punti di vista, mi sembra effettivamente una sorta di concettualizzazione di una gravidanza non differenziata.

*D. Cosa intende dire quando dice che la gravidanza si può diffondere?*

T. Fu realizzato un passo enorme all'origine dello psichismo umano rispetto allo psichismo animale, anche se la discontinuità non è stata necessariamente altrettanto brutale. Nel caso della carne, del tintinnio del campanello che viene investito di impregnazione alimentare, si tratta di un fenomeno, in linea di principio, puramente soggettivo, relativo al cane che è stato condizionato. Oggettivamente, in quanto forma sonora, il tintinnio di un campanello non ha assolutamente niente a che fare con la fame del cane: è un'associazione che appartiene al dominio del biologico, e del soggetto che interpreta certe risposte. Ma avviene che un gran numero di agenti fisici nel mondo abbiano la stessa funzione delle pregnanze animali. Penso che bisogna cercare l'origine di questo nel carattere olfattivo delle pregnanze biologiche. Negli animali più primitivi, l'essenziale delle pregnanze è nel carattere chimico, e sono per conseguenza molecole che si diffondono. Esse in generale non sono visibili, e non possono essere localizzate se non con l'olfatto. Ma l'animale ha subito coscienza che queste forme

hanno comunque una sorgente. E se sono pregnanti, si tratta precisamente di risalire alla sorgente: è una gravidanza attrattiva. Questo capita con i ferormoni degli insetti: la femmina, al momento dell'accoppiamento, diffonde un profumo, una serie di molecole messaggere, che possono essere percepite dal maschio a distanze considerevoli e a diluizioni infinitesime. Non appena il maschio riceve queste molecole, si orienta immediatamente, per un fenomeno chemiotattico in rapporto al gradiente di concentrazione della sostanza, e si precipita verso la sorgente. Per rivelare un gradiente, tra noi, occorre disporre di qualcosa di sottile, occorre la memoria e il senso dell'orientamento.

*D. Ma lei indica così un processo che si orienta grazie a una percezione del quantitativo...*

T. Certo: tutti i gradienti sono quantitativi. Ma hanno anche tutta una serie di aspetti qualitativi. Questa forma di orientamento biologico (in fondo, il chemiotattismo è già visibile nella vita), non è qualcosa che necessita delle sinapsi e di un sistema nervoso; la cellula libera, isolata, è già capace di tropismo; non c'è problema: è veramente qualcosa di molto primitivo nella materia vivente.

Ma vorrei venire al passaggio dalle gravidanze soggettive di tipo pavloviano alle gravidanze oggettive del campo fisico, prima di affrontare il piano sociologico.

Il carattere fondamentale della spiegazione è venuto precisamente quando si sono oggettivate in qualche modo le gravidanze, e si è pensato che certe forme salienti fossero investite di enti che hanno gli stessi effetti delle gravidanze biologiche. Un esempio semplice: la quantità di moto di un oggetto solido. Se avete un corpo solido che si dirige verso il vostro organismo, il movimento di quel corpo e la sua massa hanno un significato biologico importantissimo: si avrà immediatamente un movimento di arretramento, si interpreterà la traiettoria di questo corpo e si farà un movimento di arretramento per evitare l'urto. La quantità di moto, nella misura in cui è diretta verso di noi, ha, per così dire, al tempo stesso una definizione oggettiva e un significato soggettivo. C'è stato un momento in cui, quando si è osservata la collisione tra due corpi solidi, il soggetto pensante è stato in qualche modo oggetto di un sentimento di empatia per l'uno o l'altro dei due corpi (notate che si dice corpo tanto per una pietra quanto per il corpo umano: è tipico), e gli ottimisti si sono identificati col corpo che urta, mentre i pessimisti si sono identificati col corpo urtato, distinzione che non esiste più in linea di principio da Newton e Galilei, ma

noi ciononostante la facciamo costantemente. Si possono dare criteri cinetici che, in un urto, permettono di determinare l'agente urtante e l'agente urtato, salvo situazioni rigorosamente simmetriche, che sono eccezionali. Questa distinzione fa sì che la quantità di moto partecipi al tempo stesso del soggettivo e dell'oggettivo: essa in un certo senso è stata generalizzata dal pensiero scientifico, che prima era osservativo ed empirico, poi propriamente scientifico; così certe quantità di carattere pregnante sono state oggettivate.

Prendiamo il colore: è evidente che è qualcosa di soggettivo, ma al tempo stesso di oggettivo. Il carattere rosso di un corpo caldo, ha al tempo stesso un valore soggettivo e un valore oggettivo.

Infine, sono arrivato alla conclusione che abbiamo presente alla mente, in maniera assolutamente fondamentale, quella struttura originale di un mondo in cui, all'inizio, abbiamo degli enti salienti; che questi enti emettono delle pregnanze, che possono essere catturate o ricevute da altri enti salienti, in seno alle quali esse producono effetti che si chiamano figurativi, che possono condurre l'ente investito a rimettere la pregnanza, o una pregnanza leggermente diversa secondo i casi. In realtà, abbiamo a che fare qui in qualche modo con la sorgente fondamentale di ogni tipo di sistema di interazione.

D. *Questo mi ricorda il discorso sul rapporto tra il fondo e la forma...*

T. Non lo vedrei a questo modo. Valéry diceva: "Il fondo non è che una forma impura". Ciò sta a significare giustamente che quando un ente subisce una dissociazione frattale, si frammenta in piccoli pezzi sempre più piccoli, e quando gli elementi diventano così piccoli che sono divenuti impercettibili, allora si è realizzata questa trasformazione di una forma in un fondo, geometricamente. È ciò che avevo tentato di chiamare "catastrofe generalizzata". In mancanza di teoremi, questa terminologia è fallita...

D. *Che legame vede lei fra salienza-pregnanza e continuità-contiguità?*

T. Come ho spiegato un momento fa, l'ente saliente è fondato, dispone della sua forma definita in virtù della discontinuità, quella del suo bordo. È un'idea molto profonda, chiave della fisica aristotelica. Ci sono citazioni della fisica di Aristotele che potrei darle, ma non ha interesse... Per lui, la forma di un oggetto fisico è qualcosa come il suo bordo; nel senso astratto della definizione, l'*eidōs* è qualcosa come una forma in uno spazio astratto, con il suo bordo. C'è una materia

intelligibile, che è in qualche modo compressa dalla sua definizione. *Orismos* significa definizione; è quasi la stessa parola di *oros* che vuol dire bordo. È abbastanza notevole.

D. *Definire, è dire le frontiere, disegnare le frontiere?*

T. È effettivamente delimitare le frontiere. E questa intuizione ha qualcosa di straordinariamente profondo, a mio avviso.

D. *Così, la contiguità è possibile solo per enti definiti da frontiere, per enti discretizzati?*

T. Gli enti possono subire delle trasformazioni seccanti. Essi possono, come dice Aristotele, entrare in privazione, la *sterèsis* aristotelica. Io concepisco un po' la privazione come una ferita: il bordo del bordo è vuoto; è il grande assioma della topologia, della geometria differenziale in matematica, ma esprime l'integrità spaziale del bordo dell'organismo. La privazione è la mutilazione, è il sangue che sprizza, ecc. È la lacuna nella forma: la forma diviene lacunare, e questo influisce sulla sua stabilità e sulla sua permanenza.

D. *Nel suo itinerario dalla matematica alla riflessione epistemologica, a partire dalla teoria delle catastrofi lei si è orientato verso la morfogenesi: è passato dalla catastrofe alla morfologia, in qualche modo...*

T. È passato molto tempo. Ho cominciato a interessarmi delle forme nel caso delle caustiche. Poi, ho avuto questa rivelazione al museo di Poppelsdorfer Schloss a Bonn, dove vidi i modelli dell'embrione di rana in fase di gastrulazione: quella bella geometria che tentavo di interpretare appunto in termini di dispiegamento di un fondo di onde in uno spazio opportuno che si riproietta sullo spazio ordinario. A partire da qui, effettivamente, tentai di applicare questo genere di idea all'embriologia.

D. *Non si può generalizzare? In fondo, non ci si può forse interrogare allo stesso modo sull'origine di tutte le forme, di tutte le formalizzazioni?*

T. Ci si può effettivamente porre il problema della morfogenesi per ogni specie di forma, e non soltanto per le forme viventi. Ciò che avviene, è che la maggior parte delle forme degli oggetti inanimati ha un determinismo difficile che, in linea di principio, non si ricava

nettamente dalla teoria delle catastrofi. Anzitutto, ci sono le forme a cui siamo molto sensibili, quelle degli strumenti, degli arnesi, quelle dei mobili, delle abitazioni. E ci sono delle catastrofi, ma esse sono legate a un mucchio di ricordi: prenda la frontiera tra il soffitto e il muro; è una linea di discontinuità dal punto di vista dei materiali, della direzione. La sua origine è facile da capire: proviene dal conflitto fra la necessità di avere pareti verticali e superfici orizzontali su cui tenersi. Il conflitto dell'orizzontale e del verticale crea una linea che è precisamente quella che ci interessa. Il conflitto è in qualche modo formale, in questo caso, e trova la sua realizzazione, a un certo momento, nella mente dell'architetto; questa realizzazione, codificata socialmente, diviene un processo di fabbricazione delle travi, delle assi del pavimento. Non c'è alcun mistero, perché conosciamo il meccanismo psichico che ha dato nascita all'oggetto. Ma ciò non impedisce che in partenza ci fosse conflitto fra due gradienti fondamentali: il conflitto della polarità orizzontale e della direzione verticale, che sono duali nel nostro spazio.

Per gli oggetti inanimati della natura, è molto difficile dare regole semplici che permettano di capire come si genera questa forma. Prenda un vegetale: sappiamo che origina da un seme che germoglia e si ramifica, che produce delle foglie. Le leggi che permettono di descrivere questa generazione sono abbastanza ben conosciute attualmente, ma non sono tanto rigorose, non abbastanza da agire indipendentemente dai fattori ambientali, in modo che in realtà, i vegetali hanno esteriormente delle caratteristiche strutturali comuni, ma non poca variabilità individuale. Anche in quel caso, se si volesse penetrare nella natura intima di questi meccanismi, si incontrerebbero difficoltà considerevoli. La descrizione mediante leggi è possibile, c'è tutto un corpus considerevole di letteratura sulla morfologia vegetale, che d'altronde fa appello a una matematica abbastanza sottile, al rapporto aureo per esempio. Se si vuole spiegare la forma, bisogna entrare a livello cellulare, a livello molecolare, e questo diviene di una complessità che va al di là della comprensione.

#### 4. Una metafora topologica per la complessità

[C.<sup>6</sup> La discussione si sposta ora dall'applicazione della terminologia topologica cara a Thom al concetto fondamentale su cui riposano

---

<sup>6</sup>Questo capitolo è intitolato nell'originale "Polemiche", ma abbiamo pensato che il titolo qui adottato sia meglio collegato al contenuto.

sia la concezione dell'“anima” in senso aristotelico, cioè l'“esser vivo” di un organismo, sia la concezione dei viventi come sistemi stazionari fuori di equilibrio introdotta da Ilya Prigogine intorno al 1950. I viventi sono sistemi complessi che si comportano come unità, interagendo in modo attivo e mirato con il loro ambiente. Questo induce ad attribuire loro una “psyché” ( $\psi\upsilon\chi\eta$ ), qui chiamata psichismo che poi diventa l'anima nel senso corrente quando si arriva all'uomo. L'unità di un vivente è realizzata dall'integrazione delle parti. Matematicamente questa integrazione si può vedere come quella che si ha in un solido in cui non vi sono regioni non connesse a tutte le altre: ecco perché matematicamente un vivente è una palla. Come abbiamo già visto, Thom vede in questo un'applicazione del suo modo tutto geometrico di interpretare il concetto di “forma” dell'ontologia aristotelica. Per spiegare quest'ultimo, l'analogia che forse è più familiare ai nostri giorni è quella con il dischetto di installazione di una stampante su un computer. Come supporto materiale il dischetto potrebbe installare qualunque periferica o svolgere qualunque funzione gestita da un programma; ma è un dischetto di avvio di una certa stampante perché porta registrato un particolare programma di computer. Pensando a questa analogia, forse possiamo capire meglio che un dato ente materiale è costituito da: (a), una “materia” che è in sostanza una porzione di spazio-tempo-energia, e potrebbe andar bene per un'infinità di enti diversi; (b), dall'insieme delle particolari caratteristiche che quella porzione di materia presenta in quel particolare ente. La forma aristotelica comprende in linea di principio la forma geometrica; ma il discorso di Thom è più sottile: la forma a cui lui pensa è un modello ideale delle relazioni - “connessioni” - delle parti di un tutto tra loro e con il resto di uno “spazio”, che di fatto ne è l'ambiente.]

*D. Mi pare che a questo punto la riflessione sia passata dalla matematica alla filosofia. E questo passaggio ha suscitato qualche polemica...*

T. Poche, in verità. Da una parte perché i filosofi non sono scontenti di vedere che alcuni dei loro problemi vengono intravisti, anche se non per questo risolti, quando vengono trascritti in termini più vicini alla matematica; dall'altra perché le sole obiezioni che ho ricevuto sono appunto di carattere molto filosofico, e provengono per esempio dai difensori della metafisica. Alcuni mi hanno detto: lei vuole ricondurre l'individualità di un essere all'essere connesso; il fatto che un corpo abbia la forma di una palla [nel senso topologico, naturalmente,

cioè che tutto vi è in relazione con tutto] non basta come criterio per garantire la presenza di uno psichismo. È vero! Sono pronto a riconoscere che avere un corpo a forma di palla non basta per dar prova di una individualità di tipo psichico. Ma è una condizione necessaria se non sufficiente per gli esseri viventi quali siamo noi. Se rompiamo la palla in due, lo psichismo sparisce... Non so in che misura si tratti di una manifestazione di materialismo soggiacente. Io credo piuttosto che si tratti di una prova dell'importanza della forma [in quanto sistema di relazioni]. Nelle discussioni su questo punto, l'argomentazione standard dei materialisti, come le ho detto, è la seguente (la rinvio al libro di Connes e Changeux): «Lei pretende, con la sua matematica, di avere a che fare con una realtà astratta e non materiale? E io le dico che se lei rovina il cervello a colpi di clava, i suoi enti intelligibili spariranno». È incontestabile, e tuttavia non mi sembra convincente: se il nostro cervello è capace di ospitare parecchie strutture platoniche, è perché in questo magma di neuroni e di sinapsi e di altri dispositivi neuronici esistono delle forme. Nella misura in cui la forma scompare, è vero che gli enti platonici spariranno ugualmente! Questo sta semplicemente a testimonianza del fatto che questi enti possono aver bisogno semplicemente di una certa partecipazione a una struttura di altra natura, ma una struttura formata, dotata di una forma, una *materia signata* come diceva Aristotele, o piuttosto come dicevano i suoi lettori latini.

[C. Non si sta parlando delle idee platoniche in quanto enti ma piuttosto dell'impronta che le rappresenta nella mente di un individuo umano. A proposito dell'opera di Connes et Changeux, riportiamo alcune considerazioni di R. Luccio, su "L'Indice" 1992: «Nel leggere questo libro, si può tentare di rappresentarsi gli autori. Io mi sono figurato (del tutto arbitrariamente, ovvio) il neurobiologo Changeux come certi medici positivisti, materialisti e deterministi, cari a una tradizione letteraria un po' antiquata, sempre pronti a battaglia con il parroco nell'affermare che la scienza ha dimostrato che Dio con tutto il suo armamentario può essere tranquillamente messo in soffitta. E di contro mi sono figurato Connes, il matematico sicuro in qualche modo dell'esistenza degli enti matematici al di fuori di noi, da trovare e non da costruire con la nostra attività cerebrale, come uomo mite che finisce progressivamente per adeguarsi alla visione dell'incontenibile Changeux. Vi è un passo rivelatore del modo di ragionare di Changeux, che troviamo nella discussione

relativa al principio di indeterminazione nella meccanica quantistica (pp. 67 sgg.). Invano Connes cerca di spiegare a Changeux che l'indeterminazione non è dovuta all'incompletezza della teoria, o alla incapacità di determinare dei parametri pertinenti da parte dei fisici, ma è insita nella teoria. Per Changeux si tratta di un "insuccesso" che "l'inconscio [dei fisici] si rifiuta di riconoscere" (p. 74); "non vi è indeterminazione fondamentale, [quanto osservato] potrebbe, in fin dei conti, essere spiegato un giorno o l'altro in forma deterministica" (p. 71); "forse esiste un altro modello cui i fisici non hanno ancora pensato" (ibid.); "un giorno si potrà giungere a una spiegazione più razionale" (p. 72); "Se conoscessimo gli eventi... renderemmo [il] fenomeno riproducibile" (p. 73); "la teoria [dell'indeterminazione] non funziona" (ibid.); "l'indeterminazione misteriosa di cui parlano un certo numero di fisici non ha molto senso... [è] lo stato delle nostre conoscenze [che] non ci permette ancora di dominare queste nozioni" (p. 74). Be', l'"intelligenza onnicomprensiva" di Laplace si prende la sua bella rivincita! Come dicevo all'inizio, Changeux e Connes sono appieno dei sostenitori della teoria dell'identità, che afferma che gli eventi mentali sono semplicemente eventi cerebrali; più in particolare, sono dei sostenitori (anche se non esplicitamente) della teoria dell'identità dei tipi. Secondo questa concezione ogni evento (stato, processo...) mentale si identifica sempre e necessariamente con un determinato evento cerebrale - ad essa si oppone la cosiddetta teoria dell'identità delle occorrenze, che si limita a dire che ogni evento mentale è uno stato particolare cerebrale. >]

D. *Quando lei parla di palla, usa una metafora. Lei vuol dire che è un corpo che ha un limite, un dentro e un fuori?*

T. È ancor più preciso di questo: è una palla topologica. Non è un toro pieno, come una camera d'aria gonfiata.

D. *Il tubo digerente potrebbe far pensare che ci sono due tipi di "regioni interne" dell'organismo umano...*

T. Ho avuto parecchie controversie con alcune persone a questo proposito. Insisto nel dire che l'interno del tubo digerente è all'interno dell'organismo e che, effettivamente, bisogna prevedere una piccola zona frontiera con i denti, la lingua, gli sfinteri, ecc., per limitare, separare l'interno dall'esterno.

D. *In questo preciso caso c'è proprio un interno che, per così dire, è più interno dell'altro...*

T. Forse è vero, ma è difficile da valutare. L'interno del tubo digerente è un qualcosa di intermedio fra la carne esterna al tubo digerente e il mondo esterno.

D. *Nella sua metafora della palla, si tratta di uno spazio materiale che viene in qualche modo identificato dai suoi propri limiti, e dalle sue frontiere. Se si rompe la frontiera, non resta più niente del tutto.*

T. È proprio per questo che recentemente sono tornato ad Aristotele. Mi piace molto la sua definizione dell'ente come ciò che è dato, separato dal suo ambiente. Il bordo dell'ente, è precisamente la sua forma, il supporto della forma, la sua manifestazione. Per andare un po' più in là, beninteso per gli esseri viventi, la forma non si limita alla forma esterna, come per una statua; è anche la forma di tutti gli organi interni. C'è senz'altro una forma interna che prolunga in qualche modo la forma esterna e che, d'altronde, nell'embriologia, si costruisce per continuità e a partire dalla forma esterna. C'è continuità temporale fra i tessuti formati all'interno e il guscio iniziale della blastula, come dicono gli embriologi.

D. *Ma in realtà, una forma non è mai semplice ed è composta da un certo numero di altre forme...*

[C. L'intervistatore mette qui sul tappeto il famoso problema delle parti e del tutto che a partire dal '600 era stato trascurato dal riduzionismo meccanicista ed è riemerso solo dopo l'ascesa della biologia organismica e della cibernetica, in gran parte sotto il nome di complessità. La risposta di Thom rivela la profondità delle sue conoscenze in materia.]

T. Abbiamo a che fare in questo caso con una problematica molto difficile: quella delle parti. Che cos'è una parte di un ente? Questa è una aporia di Aristotele che rimane ancora oggi un problema molto delicato. Nel caso degli animali, ai quali Aristotele si interessava molto <sup>7</sup>, si poneva il problema di sapere se una parte, nel senso tradizionale, per esempio la zampa, l'ala, il becco, si potesse considerare come un ente (in greco, ousia, ουσΙΑ), nel senso metafisico che Aristotele dava a questa parola. È verosimile che, nella sua mente, non

<sup>7</sup>Thom si riferisce certamente al trattato *De partibus animalium* di Aristotele.

si trattasse veramente di enti di pieno diritto, perché sono subordinati alla realizzazione effettiva dell'organismo globale [Nella Scolastica sono stati chiamati "enti virtuali"].

D. *Si possono però distinguere diversi tipi di parti del corpo, diversi tipi di organi?*

T. Recentemente ho molto riflettuto su questo problema. Nel mio libro *L'esquisse d'une semiofisique* riprendo le riflessioni di Aristotele. Egli aveva introdotto due concetti interessanti: quello di omeomero<sup>8</sup> e quelli di anomeomero. Vorrei spiegare il concetto di omeomero, molto matematizzabile - e devo ammettere in proposito che io ho avuto almeno questo vantaggio su Aristotele, che ho una formazione di topologo migliore della sua! Dato uno spazio che possiede qualità diverse, uno spazio qualitativo, come ad esempio uno spazio colorato, si può definire una relazione di equivalenza tra due punti: un punto  $x$  sarà equivalente a un punto  $y$  se posso ritagliare un piccolo intorno di  $x$  e un piccolo intorno di  $y$ , e trasportare in modo continuo l'intorno di  $x$  sull'intorno di  $y$  in modo tale che nel corso di questo spostamento la struttura qualitativa dello spazio non cambi. Ciò definisce una relazione di equivalenza fra punti e, per gli spazi buoni, quelli che sono definiti classicamente in matematica con buone equazioni, si dimostra che questa relazione è in effetti pressappoco equivalente a una decomposizione in pezzi, ma dei pezzi di dimensioni strettamente decrescenti. Nella dimensione 3, per esempio, un poliedro: si prenda un cubo, come un dado. Se si classificano i punti con questo metodo, si vedrà che vi sono quattro tipi di punti: quelli che sono interni al dado, quelli che sono interni a una faccia, quelli che si trovano sugli spigoli e quelli sui vertici. Abbiamo dunque quattro classi di punti. Guardiamo poi le componenti connesse di ciascuna di queste classi: è ciò che si chiama uno strato. In questo modo, si stratifica l'intero spazio considerato. I poliedri si possono stratificare, perché il cubo si stratifica con uno strato di dimensione 3 (l'interno), sei strati di dimensione due (le facce) e 12 strati di dimensione 1 (gli spigoli), e 8 strati di dimensione 0 (i vertici). In questo modo, ho in qualche

---

<sup>8</sup>Secondo J. Hoffmeister, nel *Wörterbuch der Philosophischen Begriffe* (Hamburg: Meiner 1955), già Anassagora chiamava omeomeri i costituenti ultimi, determinati qualitativamente, dei diversi materiali, a differenza degli atomi, che sono da considerare privi di qualità e differiscono tra loro solo per la grandezza, il peso, la forma e la posizione. Sembrerebbe che Anassagora avesse avuto l'intuizione dell'esistenza delle molecole

modo decomposto la morfologia in parti che sono equi-singolari secondo ciascun pezzo. È una definizione perfettamente valida anche in biologia, a meno che non si guardino le cose troppo da vicino. Si può decomporre il viso in diversi elementi, gli occhi, le palpebre, le sopracciglia, la fronte, il naso, la bocca, ecc. Si hanno tuttavia delle difficoltà quando si vogliono ritrovare le parti del corpo come si intendono nel senso ordinario a partire da questa classificazione puramente geometrica. Si prenda la mano: il pollice, dal punto di vista della pelle, non è separato. Se dico che il pollice è una parte della mano, e se voglio definire la frontiera tra il pollice e il resto della mano, è molto facile dal punto di vista dello scheletro: è il metacarpo che si separa dalla falange. E la superficie di articolazione tra il metacarpo e la falange, ha una frontiera ben netta per definirla, perché è funzionale. Ma intorno ci sono i tendini; c'è tutta una serie di legami che li uniscono; e poi, ad avvolgere il tutto, quella specie di involucro costituito della pelle. Come definire allora la frontiera tra il pollice e la mano?

Aristotele non si preoccupò esplicitamente di questo tipo di problemi, ma aveva introdotto, a fianco al concetto di omeomero quello di anomeomero, dicendo: gli anomeomeri sono composti di parecchi omeomeri. Si considerano di solito gli organi come i membri, che hanno una certa individualità ma sono composti di parecchie parti.

Aristotele cadde su una piccola difficoltà con la parete intestinale: essa è relativamente omogenea in quanto parete ma si separa lo stesso dall'interno della carne, e da questo punto di vista, c'è una caratteristica che li differenzia: è un omeomero o un anomeomero?

Domande di questo tipo i biologi contemporanei le considerano come semplicemente semantiche, e dunque senza interesse. Si tratta invece di una problematica molto profonda, perché gli studi linguistici hanno mostrato che il modo in cui noi chiamiamo gli organi degli uomini e degli animali varia molto poco da una lingua all'altra. C'è un isomorfismo quasi totale fra i diversi modi di denominare le parti del corpo. Perché questo? Perché proviamo il bisogno di dare un nome alla mano, all'avambraccio, al braccio?

Ora, quasi tutti gli idiomi li distinguono.

*D. Forse perché queste diverse parti si impongono come tali, e dispongono di caratteristiche morfologiche abbastanza precise al punto tale che tutte le culture sentono il bisogno di dar loro un nome...*

T. Aristotele risponde nel suo libro sulle parti. Dice in sostanza che gli anomeomeri si trovano là dove passano le attività, i lavori. E in effetti è questo che determina l'unità di una parte del corpo nel senso usuale: è essenzialmente dal lato funzionale che la si trova e non dal lato strutturale. Al contrario, dal lato strutturale, c'è polimorfismo. Ma c'è anche una certa unità funzionale. Il grande problema è ritrovare questa unità...

D. *Soprattutto se si considerano funzioni che sono già funzioni integrate, come la respirazione, la circolazione, la digestione, e così via.*

T. Non è difficile arrivare a un quadro di tutte le grandi funzioni biologiche. Esse sono quasi tutte imposte da vincoli banali: lei ha una scatola nera con degli ingressi e delle uscite; bisogna classificarle secondo la loro natura; si può trattare di materia, o in modo più sottile, di forme. Se è materia, bisogna classificarla secondo la sua natura in termini di fasi [gassose, liquide, solide]. E quando si fa questa classificazione, si hanno già quasi tutte le grandi funzioni della fisiologia: la respirazione, che è sia espirazione che inspirazione dell'aria; l'alimentazione attraverso la bocca e lo stomaco, che è l'ingestione di solidi e di liquidi; si hanno le escrezioni corrispondenti alle tre fasi... È del tutto tipico. Ci sono inoltre alcune funzioni strettamente biologiche, come la riproduzione, l'irritabilità, ecc. Non si tratta d'altronde di una funzione: è una caratteristica della vita. Attualmente sono presidente della Società francese di biologia teorica, (lascero il mio incarico abbastanza presto, d'altronde); ho potuto constatare che quel che diciamo attualmente non interessa i biologi...

D. *Per lei, è il prolungamento logico delle sue preoccupazioni topologiche e morfologiche?*

T. Sono sempre stato affascinato dai problemi dell'embriologia. Fin dal mio primo libro, avevo dedicato una buona metà dell'opera a una modellizzazione dell'embriologia, probabilmente prematura. Credo che il principio sia sano, ma il modo di arrivare realmente a una descrizione abbastanza precisa è difficile da acquisire. D'altronde lì in questo caso si tocca un'altra grande difficoltà della teoria delle catastrofi, che è il problema del substrato. La teoria delle catastrofi, nella sua forma pura, è indipendente dal substrato. Essa si occupa delle forme indipendentemente dalla natura del mezzo nel quale queste forme sono definite.

D. *Vi sono state polemiche più recenti. A che cosa si riferiscono?*

T. Non riguardano posizioni legate fondamentalmente alla teoria delle catastrofi. Esse rinviano piuttosto a posizioni che ho preso sul piano filosofico.

C'è da una parte la polemica che si è sviluppata nella rivista *Le débat* negli anni ottanta sul determinismo. “Fermare il caso, in silenzio il rumore!”, era un articolo essenzialmente diretto contro le affermazioni della scuola di Prigogine sulla scomparsa del determinismo nella scienza, sulla necessità di rinunciare al formalismo differenziale e alle equazioni. Io mi presentai come difensore del determinismo, e resto in questa posizione. Credo che ogni scienza sia essenzialmente determinista. Essa è talvolta obbligata a trattare situazioni indeterminate, ma lo fa sempre a malincuore.

D. *Ho creduto di sentirla parlare di caos deterministico...*

T. È ciò che si intende a proposito dell'automorfismo del “toro” definito da una matrice<sup>9</sup> di due righe,  $\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ , o dalle formule  $x' = x + y$  e  $y' = x + 2y \pmod{1}$ . Il toro è il prodotto di due cerchi, e in questo modo si invia il toro su se stesso. Questa trasformazione viene chiamata 'caotica'. Io trovo un po' scandaloso chiamare caotiche delle cose la cui descrizione non richiede che quattro numeri e due parentesi. C'è un abuso di terminologia!

[C. Qui René Thom trascura l'aspetto numerico della questione - cosa che non fa meraviglia, perché, come ha detto più volte, i numeri non gli piacciono molto. Ciò che chiamano caos deterministico riguarda il risultato di certi procedimenti iterativi quando si cambiano di pochissimo i valori iniziali.<sup>10</sup>]

T. Altre polemiche riguardano le chiusure incontrate negli ambienti scientifici. Per esempio, le mie idee sull'embriologia non hanno avuto finora alcuna eco da parte dei biologi. La loro obiezione unanime si può riassumere così: se lei ha dei suggerimenti, delle idee

<sup>9</sup>Il testo francese contiene un errore di stampa, che è stato qui corretto.

<sup>10</sup>La trasformazione del piano (che ne induce una sul toro) definita come  $F(x_n, y_n) = (x_{n+1}, y_{n+1})$ , dove  $x_{n+1} = x_n + y_n$ ,  $y_{n+1} = x_n + 2y_n$  è “caotica”; basta infatti iterarla poche volte per rendere irrecognoscibile un'immagine contenuta nel quadrato unitario. In letteratura l'applicazione considerata è nota come “Arnold's cat map”, poiché nel 1960 Vladimir Arnold ne studiò gli effetti, partendo dall'immagine stilizzata di un gatto.

sull'argomento, le dimostri sperimentalmente! Le apriamo i nostri laboratori, ci dia le idee per mettere su esperimenti, noi non domandiamo di meglio che realizzarle... E allora, messo al muro, mi sono lanciato nello studio della biologia contemporanea, e sono rimasto assolutamente stupefatto del modo in cui lavora la gente, o piuttosto, in cui la gente concepisce il proprio lavoro. Non dico che non lavorino in modo pulito: quel che fanno è certamente molto ben fatto. Ma oggi, se lei vuole spiegare l'embriologia, finché non ha fatto vedere un gene, un enzima o un qualche "congegno" di quel genere, la gente non le darà ascolto.

*D.E che cosa vorrebbe proporre loro? Complessità, punto di vista olistico e livelli di intelligibilità.*

[C. La versatilità e la genialità della mente di René Thom si rivelano a questo punto nella brillante proposta di applicare i concetti e i metodi della geometria moderna - di cui è data una visione schematica nel glossario che costituisce l'appendice di questo volume - come approccio generale della biologia. Anche se formulata alcuni decenni fa, questa proposta di guardare anzitutto all'organismo come un tutto, un 'όλον (holon, da cui il termine olistico), è ancora attuale perché il riduzionismo, come dice più in là Thom stesso, continua a caratterizzare la *forma mentis* dei biologi. Il pensiero di Thom è un passo concreto nell'impostazione metodologica della teoria generale dei sistemi<sup>11</sup>, fondata da L. von Bertalanffy a metà del '900 e applicata subito agli organismi come "biologia organismica", a sua volta capitolo della "biologia teorica". Non è un caso che all'epoca di questa intervista fosse presidente della Società francese di biologia teorica.]

T. Quello che propongo ai biologi è una formalizzazione dell'embriologia con degli enti astratti. C'è scienza solo nella misura in cui il reale viene immerso in un virtuale controllato. Con l'estensione del reale in un virtuale più grande si studiano poi i vincoli che definiscono la propagazione del reale all'interno di questo virtuale.

La meccanica non è altro che questo. Si ha lo spazio di tutte le posizioni e velocità possibili di un solido, e poi il prodotto per il tempo; si ha la traiettoria, si dà la realtà, che è la posizione iniziale con i dati iniziali. Ciò che dice il formalismo è: tutta la traiettoria

<sup>11</sup>E. Agazzi (a cura di), *I sistemi fra scienza e filosofia* (Torino, SEI 1978)

sarà percorsa dalla realtà. Il punto rappresentativo è l'iniezione del reale nel virtuale.

Lo si comprende bene nel campo della meccanica, ma è la stessa cosa in quello della biologia.

*D. Ma il livello di complessità non è tale che è difficile immaginare tutto questo?*

T. Ho scritto un articolo intitolato: Ambiguità della complessità in biologia, in cui rivolgo ai biologi il rimprovero di riempirsi di questa parola, quando ci sono cose molto semplici in biologia. Gli organismi complessi, per certi versi, hanno un comportamento molto semplice. In quell'articolo io pongo il problema seguente: "Se si osservano la locomozione di un gatto e il modo in cui una cellula si spinge avanti emettendo gli pseudopodi, che cosa le sembra più facile da capire?". E tuttavia, noi siamo composti di cellule, certamente siamo infinitamente più complessi di una cellula. Ma comprendiamo molto più facilmente come possa camminare un gatto di quanto non comprendiamo come si sposta una cellula. Soprattutto perché il gatto cammina sempre con le stesse zampe, mentre la cellula può emettere pseudopodi in qualunque direzione, almeno in teoria.

È evidente che esiste una sorta di ostacolo psicologico enorme che fa sì che la gente rifiuti di considerare l'autonomia di certi livelli di intelligibilità in biologia. Dicono subito che non è vero, quando si va a guardare molto finemente come si sposta un certo osso rispetto a un altro: chi assicura la sincronizzazione di una certa articolazione con un'altra? Come sono costituiti, con quali neuroni, i campi motori del camminare?... Si cade subito in complicazioni. È complicato, ne convengo volentieri. Ma se si cerca la complicazione, la si trova sempre.

*D. Ci sarebbero, secondo lei, dei modi semplici di delimitare e di trovare schemi esplicativi e poi, forse, progressivamente...*

T. Si può scendere progressivamente verso il più fine. A fianco del procedimento riduzionista, che scende per prima cosa a un livello molto fine e tenta da lì di ricostituire l'organismo, c'è secondo me un modo di procedere inverso che consiste nel partire dalle grosse strutture dell'organismo come ce le dà il linguaggio usuale, e questa decomposizione qualitativa degli organi ereditata dalle nostre lingue, forse dalla pratica della macellazione e delle tradizioni alimentari carnivore, da questa decomposizione ingenua dell'organismo, si dovrebbe

poi poter risalire, affinando le nostre conoscenze di fisiologia, alla descrizione sempre più precisa delle strutture locali, e in particolare della loro embriogenesi.

È la mia ambizione e il mio programma.

Si può dare un esempio tipico: al tempo di Vésale e di Harvey, il cuore era una specie di pompa che immetteva il sangue in quei tubi che sono i vasi. C'era dunque l'analogia della pompa e dei tubi, che bastava per assicurare una certa intelligibilità al funzionamento cardiaco. Dei polmoni, si diceva che erano un soffietto. L'interpretazione della necessità di avere aria nel corpo non venne che con le conoscenze di chimica. Fu necessario fare, con Lavoisier, la distinzione tra ossigeno e azoto, e sapere che l'ossigeno è necessario. Poi bisognò assimilare l'essere vivente ad una macchina termica. Tutte queste, in fondo, non sono scoperte di biologia.

D. *Questi approcci sono analogici, metaforici.*

T. È vero che sono metafore, ma io penso anche che ci sia un nucleo comune, un nucleo matematico soggiacente alla nozione di metafora, che fa che sia corretto dire che il cuore è una pompa.

Ancora una volta, come diceva Aristotele, non è la natura che imita l'arte, è l'arte che imita la natura. È proprio perché abbiamo implicitamente lo schema della pompa realizzata nel cuore che abbiamo potuto poi costruire delle pompe tecnologiche. E oggi, la gente vi dice che il cervello è un computer! Si continua...

D. *Lei dice che il linguaggio comune di cui l'uomo dispone gli permette di esplicitare un certo numero di stati di conoscenza. Ma l'utilizzazione di questo linguaggio per cercare di trasmettere degli approcci di carattere matematico è una sfida. Perché questa difficoltà?*

[C. Qui emerge una constatazione espressa molte volte da scienziati e filosofi: pensare è comunicare in un linguaggio che usa nomi, aggettivi e verbi per indicare le cose e le loro relazioni <sup>12</sup>, che trova peraltro difficoltà nel mito che il linguaggio della scienza è il linguaggio matematico. Questo mito è nato per un'interpretazione troppo letterale dell'affermazione di Galileo, secondo cui il libro della natura è scritto in numeri e figure. In primo luogo, Galileo presupponeva il possesso dei concetti cui si riferivano quei numeri e quelle figure così

<sup>12</sup>Karl Jaspers, *Il linguaggio. Sul tragico*. Trad. it. dal tedesco 1990 (Napoli, Guida 1993), cap.2

come dire che un libro di Aristotele è scritto in caratteri greci non significa che saper leggere il greco significhi poter capire gli originali di Aristotele; in secondo luogo, in scienze come la biologia predomina ampiamente il qualitativo, e finora non si è sentito il bisogno di servirsi di modelli matematici. Qui Thom dà un contributo in questa direzione, ma si guarda bene dal credere che, quand'anche si potesse giungere a una formalizzazione importante, ciò consentirebbe di rinunciare ai significati, che sono appannaggio del linguaggio ordinario, anzi va oltre, confrontando il formalismo linguistico e il formalismo matematico. Si noti che qui per formalismo si intende il codice con cui vengono rappresentati i contenuti di un discorso.]

T. La difficoltà [di usare il linguaggio comune per gli approcci matematici] è anzitutto psicologica. Noi non ci siamo abituati; viviamo il formalismo linguistico e il formalismo matematico come due campi disgiunti dell'attività psichica. Sarei tentato personalmente di dire che in realtà il campo fondamentale è il campo linguistico. Il campo matematico ha un carattere particolare, specifico, legato in fondo all'impiego di immagini geometriche: la capacità di spazializzare le cose, e di avere dei gruppi di trasformazione che agiscono in questi spazi. È questo in fondo l'essenza della matematica.

Abbiamo poi il fatto che la matematica permette l'iterazione, vale a dire permette di ripetere indefinitamente la stessa cosa. L'esempio è quello dell'aritmetica: quando si conta si itera costantemente la stessa operazione. E tuttavia, gli oggetti che si raccolgono sono qualitativamente diversi. Nessun intero somiglia a un altro intero. C'è qui qualcosa di abbastanza paradossale: la matematica riposa su una sorta di monotonia intrinseca, la generatività delle strutture entra in funzione indefinitamente; d'altra parte, da questa monotonia escono distinzioni qualitative, un universo qualitativo. Questo è da una parte quello dell'aritmetica, che personalmente trovo noioso, ma è anche quello della topologia, degli oggetti geometrici, topologici; questi mi appassionano. Conoscendo questi oggetti matematici, il problema è di tornare agli oggetti mentali usuali, e di tentare di trovare una corrispondenza tra operazioni mentali e operazioni matematiche. Certe operazioni mentali si possono ricondurre a modelli o simulare con degli enti matematici.

Bisogna per esempio tornare alla radice matematica delle analogie. Prendo un esempio: in fondo, l'accelerazione e il rallentamento sono la stessa cosa, salvo che una è in positivo e l'altra in negativo...

La derivata a destra e la derivata a sinistra sono anch'esse la stessa cosa, salvo che non sono nello stesso senso. E d'altronde, anche derivata ed accelerazione sono la stessa cosa [dal punto di vista della matematica]. Si può capire così che un sistema di calcolo, come le derivate, permetta di definire oggetti estremamente diversi dal punto di vista sensibile. Da quest'ultimo punto di vista, derivata a destra e accelerazione sono molto diverse. Ora, si può trovare una formula matematica che calcoli questi due tipi di movimenti.

### 5. Prospettive della ricerca

*D. Quali prospettive attribuisce in questo momento alla scienza, e alle relazioni che la scienza ha con la matematica? In quale direzione può presentare interesse la ricerca scientifica, tenuto conto dello stato della nostra umanità attuale?*

T. Mi pare abbastanza vano domandarsi come si svilupperà la scienza. Ho sempre l'impressione che per il momento sia un'esplorazione, e fintanto che ha qualcosa da trovare, la troverà. La natura di ciò che trova può essere interessante. E può essere completamente insignificante. Ma c'è una cosa che facilita molto il compito degli uomini di scienza, ed è che al di fuori degli specialisti che si guardano bene dal dirlo, nessuno considera non significativo un risultato della scienza. Si continua dunque ad esplorare tutto quello che si può, e si cerca di interpretare quello che ne viene fuori.

*D. Potrebbe andare diversamente?*

T. Non credo. Ma comunque, secondo me, c'è stata una degradazione considerevole di quella che una volta si chiamava la casta universitaria. Quelli che la componevano, oltre a qualche vantaggio materiale, godevano di una considerazione, di un prestigio sociale abbastanza considerevole. Si è in gran parte degradato, forse a causa degli errori degli universitari stessi, che hanno avuto un po' troppo la tendenza a lasciarsi attirare dalle sirene dei media. Ma c'è anche il fatto che il titolo universitario non è più una condizione necessaria per riuscire nella vita. Probabilmente è sempre una condizione per uscire dagli strati più poveri, ma per "riuscire" nel senso pieno della parola, appartenere alla casta dei laureati oggi non basta più. I grandi successi del nostro tempo hanno un'altra origine. È per questo che i criteri di valore universitari hanno tendenza a perdere importanza

nell'ambito sociale. La gente non vede più la necessità di fare grandi sforzi intellettuali, di dedicare dieci o quindici anni dell'esistenza a studi difficili, se non ne ricava una ricompensa sufficiente.

*D. Ma per l'orientamento della ricerca? Che incidenza può avere questa constatazione sul suo orientamento?*

T. Appunto, la ricerca ha finito col dare, in un certo modo, una possibilità di carriera a molta gente che non sarebbe stata capace di fare una carriera universitaria all'antica.

Ciò che avviene oggi nella scienza è molto istituzionale. E la parola è insufficiente: ciò presuppone qualche cosa di regolamentato, di regolamentare. È vero che esistono delle strutture per la ricerca. Ma i loro regolamenti non riguardano altro che l'aspetto materiale delle cose, le carriere dei ricercatori, le promozioni, e così via. L'orientamento della ricerca stessa non è più tanto l'oggetto di una ricerca molto seria di criteri [di scelta dei temi e delle modalità di lavoro].

È in gioco un determinismo essenzialmente sociologico. Le ricerche condotte dalla gente - penso a discipline come la biologia - vengono essenzialmente dirette da tradizioni di laboratorio. Questi sono equipaggiati, hanno dei "materiali", come dicono i biologi. Una volta acquisiti locali e materiali, si cerca di farli rendere facendo esperimenti. Ma è in una certa misura l'equipaggiamento, il materiale, che determina l'"esperimento", e non una teoria soggiacente.

*D. La situazione non è un po' diversa in fisica fondamentale?*

T. Sì, certamente, perché lì le somme impegnate sono talmente considerevoli che bisogna dare una giustificazione teorica affinché la società acconsenta ad impegnare somme così grandi. È diverso da ciò che avviene per la ricerca spaziale: lo spazio parla alla gente. Mandare una sonda come Voyager, in grado di fare fotografie dei pianeti a distanza ravvicinata, fotografie che poi si possono vedere, e di cui si possono apprezzare le qualità, fotografie che ci parlano, questo procura una soddisfazione... Mentre costruire un enorme acceleratore di trenta chilometri di diametro, capace di mettere in evidenza questa o quella particella, può interessare gli specialisti, ma nessun altro, o quasi. Sarà difficile far capire al grande pubblico di cosa che si tratta.

*D. E tuttavia, lei qualifica la meccanica quantistica come "scandalo intellettuale del XX secolo"...*

T. Ho l'impressione che se si fosse stanziato tanto denaro per rendere la meccanica quantistica intelligibile quanto se ne è stanziato per la costruzione dei grandi acceleratori, si sarebbe arrivati molto probabilmente a trovare un modello intellettualmente soddisfacente per spiegarla. È forse un'ipotesi gratuita, ma mi sembra che gli specialisti si siano detti: «Abbiamo una teoria che funziona; non andiamo oltre, e non cerchiamo di guardare per il sottile più di quanto non sia già fornito dal formalismo.»

[C. Forse quanto dice qui Thom sullo scandalo intellettuale della meccanica quantistica non è del tutto esatto. C'è senz'altro un problema di "descrivibilità" in termini di analogie macroscopiche degli oggetti che costituiscono il livello di realtà atomico e subatomico<sup>13</sup>, ma esso non è stato affrontato non tanto per l'insufficienza dei fondi quanto per altre tre ragioni. In ordine cronologico queste sono: la popolarità che dava alla fisica il fascino dei paradossi che derivano dal dualismo onda-corpuscolo; la probabilità relativamente alta di realizzare progressi discutendo le proprietà delle equazioni piuttosto che le possibili interpretazioni mediante opportuni modelli fisici; la perdita di interesse per la teoria della conoscenza da parte dei fisici della generazione successiva ai padri fondatori della teoria dei quanti.]

D. *Una teoria che funziona, è una teoria che permette di prevedere correttamente un certo numero di cose?*

T. È una teoria che, in qualche modo, crea la sua propria sperimentazione, con una sorta di generatività interna del formalismo. È dunque difficilmente attaccabile dal punto di vista scientifico abituale. Siamo al punto in cui i fisici hanno bisogno di teorie per poter fabbricare realmente fenomeni che si possano effettivamente controllare. È questo il caso della meccanica delle alte energie, delle particelle elementari. È d'altronde un caso scientifico abbastanza curioso: la gente sembra perseguire una teoria essenzialmente con lo scopo di giustificare le esperienze. Questa sperimentazione diviene tanto costosa che occorre necessariamente che ci sia dietro una teoria. Non si accetterebbe che l'umanità spendesse somme così grandi per soddisfare solo pochi individui. La biologia, da questo punto di vista, non presenta gli stessi problemi: è una disciplina che non costa così tanto. Ecco perché non ha bisogno di una teoria: può farne a meno per sperimentare, senza parlare di eventuali ricadute per la clinica.

<sup>13</sup>V. p. es. B. D'Espagnat, *À la recherche du réel*, Gauthier-Villars, Paris 1979

D. *Che vuol dire allora esattamente la sua dichiarazione che la scienza ha rinunciato all'intelligibilità?*

T. Dico semplicemente che se si riduce la scienza a nient'altro che un insieme di ricette che funzionano, dal punto di vista intellettuale non si è in una situazione superiore a quella del topo che sa che quando spinge una leva, il cibo cadrà nella sua scodella. La teoria pragmatista della scienza ci riconduce alla situazione del topo nella sua gabbia.

[C. Nel particolare contesto in cui si è posto, qui Thom richiama l'attenzione su una piaga del pensiero di oggi, la ricerca delle ricette per pensare. Questa piaga si è estesa fino all'ontologia aristotelico-tomista, divenuta "ontologia formale", cioè la ricerca di procedimenti di logica matematica per vedere se certe proposizioni implicino o meno l'esistenza degli enti di cui predicano qualcosa. Malgrado gli avvertimenti del logico Quine<sup>14</sup>, si sta affermando cioè la tendenza a cercare regole per rispondere senza "inutili" riflessioni alla domanda "esiste una cosa che ha questa o quest'altra proprietà?" Nella stessa direzione si muove la pedagogia ispirata dalla teoria del comportamentismo di J. B. Watson e B. Skinner, seguaci di J. Dewey, che sono i teorici dell'applicazione agli uomini delle esperienze sui topi e sulle scimmie. Fra l'altro, nei testi per le scuole elementari si insegna a fare scienza in base al "metodo scientifico" come se i problemi si presentassero da soli, le ipotesi venissero spontanee e le verifiche fossero esperimenti ovvi.]

D. *Matematici e fisici rientrano in questa constatazione?*

T. A difesa dei fisici, bisogna dire che hanno fatto degli sforzi per sintetizzare le diverse "ricette". Esse derivano tutte da un certo numero di principi che si esprimono matematicamente: la meccanica newtoniana, la meccanica quantistica, la meccanica relativista. Sono stati individuati dei principi e a partire da essi, almeno teoricamente, si possono dedurre leggi che si applicano ai diversi fenomeni. Sul piano di questa formalizzazione della scienza, lo sforzo di sintesi corrisponde a uno sforzo metafisico, che consisterebbe nel dire che tutto ciò che esiste proviene da un Dio creatore e organizzatore. Questo equivale a rispondere a un bisogno della mente: il bisogno di unificazione è un bisogno fondamentale della mente.

<sup>14</sup>Cf. W. O. Quine, *Da un punto di vista logico*, Cortina, Milano 2004

D. *E le altre discipline?*

T. Le altre discipline non sono intellettualmente difficili. La scienza, a grandi linee, non è intellettualmente difficile. Per quanto sorprendente possa sembrare, a parte la matematica e la fisica teorica, la scienza non è intellettualmente difficile.

## 6. Filosofia, etica, sapienza

D. *Lei mi ha detto che considera la filosofia come qualcosa che non è semplice, mentre l'etica lo è. [Nello stesso contesto] ha anche detto che i veri problemi non sono quelli nei quali tutti si sentono coinvolti.*

[C. Nel seguito, occorre tener presente che quando parla di etica Thom non si riferisce a un capitolo dell'antropologia filosofica, cioè della riflessione filosofica sull'uomo, ma all'etica in quanto norme cui si deve adeguare l'azione. Un'altra distinzione importante è quella tra saggezza e sapienza, che in francese sono espresse con la stessa parola ("sagesse"). La sapienza si potrebbe chiamare "saggezza filosofica", nel senso che la riflessione filosofica, in quanto è sviluppo della capacità di giudizio critico, consente la decisione matura ed equilibrata propria del saggio anche senza una base empirica molto vasta e senza una particolare sensibilità mistica.]

T. Non sono convinto che l'etica appartenga alla filosofia. Si vive ancora in quella vecchia ideologia del rapporto tra filosofia e saggezza. Non è interamente errato pensare che la filosofia debba conferire una certa saggezza, e forse è questa la sua unica giustificazione...

È certo che gli Antichi consideravano l'acquisizione del sapere essenzialmente come un cammino verso la saggezza. Questa idea non si deve abbandonare completamente. Un sapere realmente cosciente e ben assimilato può costituire, secondo me, un'armatura che permette di accedere a una certa sapienza. Ma quando si parla di etica, si pensa a dei problemi concreti: l'aborto, l'utilizzazione degli embrioni, certe terapie mediche, cose di questo genere. È molto difficile prendere posizione senza avere una dottrina che in certo modo ha a che fare con la morale...

L'informazione che la scienza o la filosofia possono dare di fronte a questi problemi non è veramente fondamentale. Esse possono fornire una valutazione dei vincoli ai quali sono sottoposti i fatti, ed anche dei benefici che se ne possono trarre. Insomma, una sorta di bilancio

contabile... Il guaio è che le cose sono complesse, e che compare sempre un nuovo elemento che rovina completamente le aspettative che si avevano e la validità delle posizioni adottate...

[C. In questa risposta Thom esprime un certo disagio riguardo alla definizione della filosofia come ricerca della sapienza. A nostro parere essa è dovuta da un lato al fatto che le norme morali in sé si possono rifiutare senza fare della filosofia formale, dall'altro alla curiosa circostanza che nel lessico francese è andata perduta la distinzione fra sapienza e saggezza. Se, come fa l'italiano, si intende per saggezza la sola capacità di ben giudicare riguardo ai comportamenti umani, è chiaro che essa non è condizionata da una preparazione filosofica generale; lo è invece la sapienza, che già nella sua forma indipendente dalla teologia e dalla fede - chiamata 'sapienza filosofica' nell'Enciclica *Fides et Ratio* di Papa Wojtyła - "si fonda sulla capacità che l'intelletto ha, entro i limiti che gli sono connaturali, di indagare la realtà"<sup>15</sup>. ]

### 7. Una carta del senso...

[C. Per informazione storica e per cogliere certe sfumature ironiche dell'episodio narrato da Thom all'inizio di questo paragrafo saranno utili due notizie preliminari. Prima: Jacques Lacan (1901-1981) fu uno psicanalista francese che divenne molto popolare intorno agli anni '70 perché emerse come intellettuale rappresentativo, al pari di Louis Althusser e Claude Lévi-Strauss, del rifiuto dell'idea di persona umana portata avanti dalla contestazione giovanile. Il suo punto principale, esposto in una lunga serie di affollati seminari pubblici, era il rifiuto di quell'interpretazione di Freud che lasciava spazio all'esistenza nell'uomo di un aspetto dell'ego non soggetto ai conflitti neurotici dell'individuo, ma capace di agire e scegliere indipendentemente dai vincoli psicologici. Seconda: In greco *μάθημα* (*màthema*), da cui viene il termine "matematica", vuol dire abbastanza genericamente "conoscenza", "esperienza", "dottrina", "arte". Restituiamo la parola a Thom.]

T. All'epoca di "gloria" della teoria delle catastrofi, pranzai con il dottor Lacan. Il Maestro mi aveva invitato, e mi fece parlare abbondantemente durante tutto il pasto, sulle mie concezioni della matematica, sulla mia carriera, sulla mia evoluzione in materia di idee

<sup>15</sup>Cfr. E. De Giorgi, *Riflessioni su Matematica e Sapienza*, (a cura di A. Marino e C. Sbordone), Quad. Acc. Pontaniana, 18, Napoli 1995.

matematiche, sui miei rapporti con il “matèma”. Non sapevo molto bene cosa fosse questo “matèma”!... E lui non disse praticamente niente. Alla fine del pasto, utilizzai una formula che lo fece reagire. Gli dissi: «Ciò che limita il vero, non è il falso, è l’insignificante». Assunse allora un’aria sognante e disse: «Questo mi fa pensare, questo mi fa pensare». Ecco: avevo “fatto pensare” il Maestro... Questa sentenza, che ho cercato di esplicitare in un articolo, non posso spiegarla meglio se non ricorrendo a un disegno, una sorta di “Carta del Tenero”<sup>16</sup>.

In basso, si trova un oceano, il mare dell’Insignificanza. Sul continente, il vero è da una parte, e il falso dall’altra, separati da un fiume, il fiume del Senso. Perché è proprio il senso che separa il vero dal falso. È l’idea di Aristotele: la capacità di negare. Essa ci distingue dagli animali: per essi, quando un’informazione viene loro trasmessa, è immediatamente accettata, e determina l’obbedienza al segnale ricevuto. L’uomo, al contrario, ha la possibilità di tirarsi indietro e di negare il vero.

Seguendo questo fiume, che si getta nel Mare dell’Insignificanza, si cammina lungo una costa un po’ concava: ci sono da un lato i bassifondi dell’Ambiguità e dall’altro le paludi di La Palice [un eroe divenuto simbolo delle verità tautologiche]. In cima al delta del fiume, vediamo la fortezza della Tautologia: è lì che regnano i logici. Una rampa permette di salire verso un piccolo tempio, una sorta di Partenone: è la Matematica. A destra, le scienze esatte: l’Astronomia, con il suo osservatorio che domina il tempio, quasi nelle montagne che fanno da cintura al bacino; all’estrema destra, le grandi macchine dei fisici, gli anelli del CERN, i laboratori della biologia in cui si vedono degli animali in gabbia; da tutto questo deriva un piccolo ruscello che si getta nel Torrente delle Scienze sperimentali, che va a gettarsi nel Mare dell’Insignificanza. A sinistra, un grande viale sale verso il nord-est; raggiunge la città delle Lettere e delle Arti. Proseguendo, si arriva alla regione pedemontana dei Miti. Siamo nel regno delle scienze antropologiche. La catena di montagne, in alto, è l’Assurdo. La cresta è l’immagine della perdita del senso dei contrari, qualcosa come un eccesso di senso universale, che rende la vita impossibile.

---

<sup>16</sup>“Carta del Tenero” è un’espressione, registrata nel classico dizionario Robert, che indica la mappa del “Regno della Tenerezza” immaginata nel XVII secolo da M.lle De Scudéry. Per motivi grafici e per non appesantire l’esposizione, poniamo alla fine del capitolo la “mappa del senso” (leggermente modificata da G. Del Re) e il commento.

È un divertimento, ma riflette qualcosa che io credo abbastanza reale: il logos, la possibilità di rappresentare con il linguaggio, serve all'uomo soltanto in un quadro abbastanza limitato di situazioni, fra ciò che io chiamo il cosmo [notando che in greco *κόσμος* (kosmos) vuol dire "ordine" prima che "universo"] e il caos. Il cosmo nella sua forma più assoluta, è il cimitero. Niente di più tranquillo, è la calma dell'insignificante, il nulla dell'insignificante. In alto, al contrario, c'è il caos del dispiegarsi delle forze cosmiche. Esse sono sempre presenti, a minacciarci. Di fronte a queste minacce, l'opposizione vero/falso scompare dal lato dell'insignificanza, come scompare in fondo la verità degli assiomi in matematica. Essi divengono delle convenzioni. Si possono cambiare e l'assioma può essere considerato come falso. Si perde allora l'opposizione vero/falso maneggiando il contesto. Questo è variabile e l'opposizione vero/falso, alla fine, scompare nell'insignificanza.

In alto, questa opposizione scompare abbastanza bruscamente su questa catena di montagne, perché è là che l'essere umano è sottoposto allo scatenarsi delle forze della natura che lo minacciano: è obbligato a reagire in modo immediato. Se qualcuno grida "Al fuoco!" al cinema, non ci si pone il problema di sapere se il messaggio è vero o falso: bisogna comportarsi come se fosse vero, anche se è falso... l'opposizione vero/falso, anche in questo caso, scompare. Questa opposizione è realmente significativa solo nella stretta banda che è il bacino del fiume del senso. In alto c'è il caos delle forze naturali; in basso la pace del nulla; tra i due, una sorta di falce di luna che si può rovesciare, e che si può vedere come un canotto che galleggia sul ribollito delle forze della natura. In alto, la calma dei cieli... eterna. Rovesciando il senso dell'asse, ahimé, la serenità del nulla.

Questo dà un'idea abbastanza precisa della funzione della lingua come supporto di ciò che Heidegger chiama l'angoscia. Egli dice che l'esistenza è legata al sentimento di inquietudine, al bisogno che abbiamo di reagire al pericolo che ci minaccia. È forse una rappresentazione troppo concreta per un metafisico, ma è abbastanza reale. Il logos esiste soltanto in quella zona in cui regna il pericolo, ma questo può essere concettualizzato, e dunque trattato in funzione di conoscenze anteriori e, allo stesso tempo, neutralizzato. Poi, quando si va un po' più in alto nell'astrazione, si fabbricano degli enti linguistici che non hanno più corrispondenze nel reale, che dunque non ci minacciano più per niente, e diventa un gioco di linguaggio, della logica, la tautologia, una certa filosofia, o piuttosto una certa epistemologia. Là, il fiume del senso attraversa la fortezza della tautologia, passando

per le fogne. Non lo si vede più... ma, in superficie, talvolta c'è un odore sgradevole.

*D. La mia prima domanda, per questa serie di colloqui, era: qual è stata la sua motivazione nel diventare matematico? La mia ultima domanda sarà: che cos'è che la motiva oggi? Cosa ha voglia di fare? Quale parte vorrebbe avere, in particolare perché si possa giungere a una migliore comprensione del mondo?*

T. Sono tentato di rispondere che non ho mai avuto voglia di fare una "parte". Credo che non sia mai stato il mio progetto. E se è avvenuto che io abbia preso delle posizioni talvolta controverse (e anche talvolta un po' provocatorie), è non tanto per il desiderio di partecipare all'azione quanto perché la mia sensibilità è sempre stata viva di fronte alla disonestà intellettuale. E mi sembra che gli esempi non manchino. E in quei casi mi è difficile non reagire.

Per il resto, non ho progetti. Non sono sicuro di averne mai avuti... Non ho mai pensato a costruire la mia vita in questo o in un altro modo. Mi sono lasciato portare dagli avvenimenti. Gli argomenti di interesse non mi mancano! Ma sento tutto questo come una sorta di mezzo nutriente. Non è l'oggetto di una scelta deliberata.

Ci sono molte domande attorno a cui ruoto. Fra esse, alcune questioni di matematica che vorrei vedere risolte negli anni che mi restano da vivere. Si tratta forse essenzialmente di curiosità.

Quanto alla situazione generale dell'umanità sul pianeta, penso come tutti che si dovrebbe arrivare il più rapidamente possibile a crescita zero, per arrivare a ristabilire un equilibrio abbastanza soddisfacente, come quello delle società primitive che vivevano in un ambiente che esse non danneggiavano... Bisognerebbe, come diceva Lévi-Strauss, "raffreddare" la nostra umanità, trasformarla allo stato di società fredda. Sarebbe forse meno eccitante di una società calda, ma dopo tutto... Ho fatto questa osservazione a molte persone: gli economisti sembrano convinti che l'economia debba necessariamente espandersi. Se è stazionaria o regredisce, le cose vanno male. Ho l'impressione che le nostre società abbiano tentato di aggirare il problema creando beni fittizi e produzioni fittizie, ma che hanno un prezzo, e ai quali l'umanità tiene. Si sviluppa dunque una produzione, ma con dei beni che hanno più un carattere psicologico o affettivo.

*D. E che ne dice della meditazione?*

T. La meditazione? Sì, d'accordo. È bellissima. Ma la meditazione da sola!... mi sembra che si debba arrivare allo stato di individuo unico, a un grado di ascetismo che personalmente non ho mai raggiunto. In effetti, mi piace presentare quelle poche idee che posso avere, e mi piacciono le reazioni che suscitano. Soffro di più dell'assenza di reazioni, anche sgradevoli, anche critiche, che non del silenzio.

Ma è normale in fin dei conti che le idee importanti non sollevino molte eco. Nietzsche diceva: «Le idee nuove arrivano sempre su zampe di Colombo...».



[C. Forse la caratteristica più affascinante del pensiero di René Thom è che Thom non era un matematico in senso generico, ma proprio un geometra, cioè una mente che idealizza il mondo del pensiero in forma di immagine. Questa sua caratteristica lo condusse addirittura a guardare al mondo del pensiero come a un vasto territorio di montagne e pianure, fiumi e torrenti, viali .

Il termine 'pensiero' notoriamente ha vari significati, ma nel mondo della cultura è certamente quello discusso da Karl Jaspers nel suo libro sul linguaggio<sup>17</sup>: è il pensiero espresso in parole, più precisamente formalizzato. Ecco perché Thom lo vede come un mondo racchiuso tra le catene montuose con cui terminano *l'Altopiano dell'Assurdo e il Mare dell'Insignificanza*. Non è facile interpretare il termine *Assurdo*, ma certamente indica quella fase del pensiero in cui le parole stesse non hanno senso. È qualcosa che ricorda l'essere quale è visto da Heidegger, cioè qualcosa da cui gli enti emergono per portarsi di fronte a noi come concetti. L'albero non esiste come tale nel *Sein als Grund* di Heidegger, è una pura manifestazione dell'essere.

Si tratta, insomma, della sorgente dei concetti in senso aristotelico e delle relazioni tra loro. Ricostruendo in sé il mondo percepito, infatti la mente costruisce anche i collegamenti, le associazioni significative di parole. Non meraviglia dunque che Thom - come dice nel suo libro - sia andato apprezzando sempre di più Aristotele.

Dal punto di vista dell'immaginario di Thom sembra indiscutibile, anche se non è detto esplicitamente, che la vegetazione che cresce nel suo mondo sia fatta di strutture sintattiche mediante le quali si formulano giudizi di relazione e di valore, come si vedrà dalla sua stessa "carta del senso". Quelli che in un paesaggio campestre o alpino della nostra realtà sono alberi o arbusti o boschetti qui sono formazioni linguistiche anche molto varie ma dello stesso tipo, e perciò danno il nome a un'intera regione, come, a sinistra della carta, i *Colli delle Metafore Banali*.

Il punto di riferimento della "carta del senso" è il *Picco del Paradosso*, dal quale nasce il *Fiume del Senso*. Il paradosso è un'affermazione nella quale vi sono due elementi in contrasto anche se presumibilmente veri. Un'operazione fondamentale del pensiero è proprio di sciogliere questo contrasto; e da questa operazione segue la costruzione di ciò che chiamiamo conoscenza. È nato così il *Fiume del Senso*

<sup>17</sup>Karl Jaspers, *Die Sprache, Über das Tragische*, München, Piper 1990; Cf. *Von der Wahrheit*, (ibid. 1947), trad. it. di Donatella Di Cesare, *Il linguaggio. Sul tragico.*, Napoli, Guida 1993

perché dalla risoluzione dei paradossi emerge la nostra comprensione del luogo che ogni cosa ha nel mondo cioè del suo senso. Perché si chiami “fiume” lo si può capire interpretando il resto della carta.

A destra del *Fiume del Senso*, alla base del *Picco del Paradosso* si trova il *Massiccio della Poesia*.

Questo è simile a un terreno montuoso abbastanza dolce sul quale si levano alberi fioriti che formano a gruppi le affascinanti strutture di un parco, talora armoniose in modo quieto e sereno talora contorte ma con una loro armonia interiore, come i famosi faggi chiamati *faux de Verzy* della foresta della Marna<sup>18</sup>.

Come abbiamo detto, la vegetazione del *Mondo del Senso* costituisce dunque la grande ricchezza di formulazioni linguistiche che consentono alla nostra mente di passare dalla semplice ricezione passiva del mondo delle cose alla conoscenza.

In questo processo, ognuno di noi cerca qualcosa che molti chiamano “il senso” delle cose che giungono alla nostra percezione, cioè la collocazione delle cose in una rete di relazioni. Un esempio efficacissimo è la metafora, che mette in relazione fra loro due concetti in qualche modo analoghi, anche se di contenuto diversissimo. La sua importanza è messa in luce dalla famosa metafora dell’orologio, che vede il mondo come un meccanismo ad orologeria messo in moto dal Divino Artefice. Alla luce della scienza, questa metafora va abbandonata a favore di quella secondo cui il mondo va paragonato a una grande *Danza delle Cose*, il cui ordine non è meno perfetto di quello che avrebbe un meccanismo ad orologeria, ma è vivo e cangiante<sup>19</sup>.

Questo è un aspetto importantissimo del modo in cui ricostruiamo la realtà dentro di noi. Appena si supera il limite dell’invenzione dei nomi degli oggetti concreti, il nostro linguaggio è fatto di metafore perfino a livello di singole parole. Per esempio, come faceva notare un grammatico inglese, la stessa parola ‘oggetto’ è una metafora, perché viene dal latino ob-jectum, che indica qualcosa gettato davanti a noi.

Le metafore vere sono la prima forma di pensiero filosofico, come testimonia la filosofia greca, e si presentano allo stesso tempo come primo stadio di organizzazione della conoscenza. Ecco perché il Massiccio della Poesia contiene immagini come per esempio il paesaggio alla sommità del monte Spluga che il Carducci descrisse con i versi bellissimi:

<sup>18</sup>Si tratta di faggi che, per una strana alterazione genetica, tendono a crescere verso il basso (cfr. Internet, come già detto)

<sup>19</sup>Cfr. G. Del Re, *La danza del Cosmo*, UTET-libreria, Torino 2006, cap.I

*...quasi un anfiteatro  
ove elementi un giorno lottarono e secoli. Or tace  
tutto: erran cavalli magri sulle magre acque: aconito,  
perfido azzurro fiore, veste la grigia riva.*<sup>20</sup>.

Nel *Massiccio della Poesia* il pensiero ha un massimo di “significanza”, cioè collegando fra loro le cose e le azioni in un modo che ci coinvolge al tempo stesso affettivamente ed intellettivamente, sia pure senza seguire rigide regole di logica o distinguendo i fatti della realtà concreta dalle fantasie. Per questo, secondo Thom, la poesia occupa una regione che oltre ad avere un massimo di significanza è vera nel senso più profondo del termine.

Alla sinistra del *Massiccio della Poesia*, superate le radici del *Picco del Paradosso*, da cui nasce il fiume di ciò che ha senso, si trova il *Sentiero delle Metafore*, ai piedi della *Cresta dell'Ossimoro*. Questa prende il nome dal fatto che è una selva disordinata e contorta di figure retoriche che esprimono concetti contrapposti, appunto gli “ossimori”. Segue il *Piedimonte del Mito*, che si lascia a destra i *Colli delle Metafore Banali* tanto usate dalla sapienza popolare.

Il mito, nato in tutte le grandi civiltà, si serve ampiamente di analogie e quindi di metafore, e ha la funzione scientifico-religiosa di dare una spiegazione del mondo in termini di esseri superiori, come nel mito di Prometeo. Forse per questo le Metafore sono molto ricche di significato esistenziale; e il loro cammino consente di costeggiare finalmente il *Fiume del Senso*.

In un'ansa di quest'ultimo sorge la *Città delle Scienze Umane e delle Arti* che rappresenta tutte le attività del pensiero che sviluppano con metodo razionale e con criteri estetici l'interpretazione della nostra esistenza.

Dall'altro lato del fiume sorge l'Osservatorio astronomico che rappresenta l'*Astronomia*. Questa si presenta subito sotto il *Massiccio della Realtà*, il cui significato è evidente. Alla base di questo vi è la *Terrazza del Fenomeno Variabile* la quale contiene tutto ciò che è oggetto delle scienze matematiche e naturali.

Nella *Terrazza* sorge il *Tempio della Matematica*, un edificio dalle linee purissime di un tempio greco, e più a destra si apre un tunnel che rappresenta l'acme della ricerca della *Fisica*. Non lontano vi è una strana costruzione che rappresenta la *Biologia*. Da questa regione scorre dunque il torrente delle *Scienze sperimentali*. Più a

<sup>20</sup>G. Carducci, *Elegia al Monte Spluga*.

sinistra vi è una palude che minaccia continuamente la scienza con il rischio di cadere nelle verità lapalissiane (*Palude di La Palice*). Ancora verso sinistra c'è la *Rampa della Logica* che collega il *Tempio della Matematica* alla *Fortezza della Tautologia*. Si tratta di una fortezza importante sia perché è inespugnabile sia perché le tautologie sono nascoste in molti discorsi scientifici apparentemente ricchi di informazioni.

Traversato il fiume, ancora verso sinistra, si incontrano i pericoli che minacciano il pensiero letterario. Il *Viale dei Tropi* ricorda appunto i tropi quali sono le espressioni ironiche del tipo “quell'uomo onestissimo” alludendo a un noto imbroglione.

Dai tropi nascono infinite ambiguità, raccolte nella carta del senso appunto nel *Bassofondo delle Ambiguità*.

Sempre a sinistra, verso la foce del Fiume del Senso, vi è la *Letteratura post-moderna*, una regione che costituisce dalla parte del “falso” la riva dell'immenso *Mare dell'Insignificanza*.



Attualizzazione della “Carta del Senso” di Thom;  
 riproduzione (in bianco e nero) di un acquerello  
 di Giovanna Bonomi e Fabio Simeone.