

ROBERTO ARPAIA - La sfida della complessità

Museo del Gusto – Via P. Amedeo 42/A – Frossasco

Claudio Villiot

La sfida della complessità: così abbiamo intitolato questo incontro con il prof. Arpaia, riprendendo il titolo di un testo fortunato curato da Mauro Ceruti e da Gianluca Bocchi che, nell'ormai lontano 1985, introduceva per la prima volta in Italia questo tema, aprendo nuovi spazi e direzioni di ricerca; spazi e direzioni di ricerca tutt'altro che esauriti visto che il testo in questione è stato recentemente ripubblicato. Non è certo un caso che le conferenze di quest'anno si aprano con questa relazione e con questo tema, il titolo stesso che noi abbiamo pensato, quello che fa da filo conduttore a tutta la rassegna, Il caso - il limite - la possibilità, è stato, infatti, pensato proprio a partire dal tema della complessità. Caso, limite e possibilità sono tre concetti che hanno profondamente modificato, rivoluzionato, l'immagine della scienza: un tempo esclusi dal paradigma classico della scienza galileiana, newtoniana, che era scienza dell'universale, del necessario, dell'esattezza, dell'ordine, del prevedibile, caso, limite e possibilità, detto in altri termini la contingenza, il molteplice, la pluralità, l'indeterminato, il disordine, sono entrati prepotentemente in scena nel corso del '900 sulla spinta di nuove prospettive aperte soprattutto nel campo della biologia e della fisica. E' stata una rivoluzione, una sfida a riformulare in termini nuovi il discorso scientifico. E attraverso questo processo di ridefinizione tutt'ora aperto ha preso forma, ha acquisito una sua specificità, un suo statuto epistemologico quello che oggi si chiama il pensiero della complessità. Su questi aspetti di profonda novità sarà incentrata la relazione del prof. Arpaia. Un'ultima osservazione prima di concludere questa breve presentazione: c'è nel pensiero della complessità un aspetto, un elemento di particolare interesse per la nostra associazione, per come è andata costruendo il suo lavoro in questi anni. Il tema della complessità è un ottimo esempio infatti di come si possa e oggi forse si debba svolgere la ricerca in termini interdisciplinari, di come risultati acquisiti nel campo delle scienze naturali possano intrecciarsi proficuamente con quelli delle scienze sociali, dando vita a un modello di sapere in cui la tradizionale separazione tra discipline viene superata, viene sostituita da una fitta rete di relazioni, da prestiti concettuali, da integrazioni tra saperi. Questo è stato anche il nostro modo di muoverci, uno dei principi ispiratori della nostra associazione e per questo ci sentiamo particolarmente vicini, sentiamo una certa somiglianza di famiglia, o vicinanza di famiglia, con il pensiero della complessità, come credo dimostri anche il programma costruito quest'anno per i diversi campi disciplinari coinvolti, approcci di ricerca, prospettive differenti che abbiamo messo in campo.

Roberto Arpaia

Ringrazio gli organizzatori per l'invito. Devo premettere che ho l'ingrato compito di sostituire la relazione del prof. Mauro Ceruti che è stato mio maestro per molti anni, ma che a mio avviso resterà un maestro insuperato, e quindi si tratta di un compito non facile. Quando mi è stato chiesto dal prof. Ceruti di sostituirlo qui ho deciso di non cambiare il tema della relazione perché la sfida della

complessità si gioca proprio attorno a quelli che sono i temi della settimana di Pensieri in piazza: caso, limite e possibilità. Possiamo dire che la sfida della complessità è consistita nel ripensare e nel ridare significato a questi tre concetti che da sempre appartengono alla riflessione scientifica e filosofica occidentale. La differenza tra il modo di intendere questi concetti prima e dopo quella che è stata chiamata la rivoluzione del pensiero complesso è stata quella di conferire a questi tre termini un significato positivo, mentre nella storia del pensiero occidentale questi tre termini sono sempre stati intesi come negativi. Caso, limite, possibilità sono sempre stati intesi a partire dai loro opposti, le categorie che guidavano la riflessione scientifica e filosofica erano le categorie che si ottengono appunto risignificando questi tre termini, guardando quali sono i loro contrari. Il contrario di limite è il termine illimitato, infinito; il contrario di caso e possibilità (in quest'ottica non sono lontani i due concetti) è il concetto di necessità. In che senso diciamo questo? Perché la riflessione scientifica, filosofica, il conoscere in ambito occidentale è sempre stato definito a partire dai concetti di necessità e di infinitezza. Se andiamo indietro alle origini del pensiero occidentale, alla filosofia greca, troviamo delle definizioni di scienza, di conoscenza certa, vera che vengono proprio impennate su questi termini: per esempio per Aristotele la scienza, il conoscere scientifico, cioè la conoscenza vera, era la conoscenza che parte dai principi primi e si sviluppa a partire da questi principi attraverso regole di pensiero necessarie. Un'altra grande immagine che risale sempre ai greci è quella conosciuta da noi tutti, è quella del mito della caverna di Platone: il mito della caverna di Platone è una grande metafora che spiega cos'è il processo conoscitivo, cos'è la conoscenza scientifica. Secondo Platone (lo ripeto brevemente perché non voglio ripetere cose note, notissime) la conoscenza umana, la conoscenza vera si articola secondo questa metafora: immaginiamo la condizione umana come quella di alcuni schiavi, alcune persone tenute incatenate all'interno di una caverna sin dalla loro nascita, il cui unico contatto con il mondo sono delle immagini che scorrono sul fondo della caverna, proiettate da una fiamma alle loro spalle; quello che vedono gli schiavi dalla loro nascita sono le ombre che si muovono sul fondo della caverna. Platone immagina che un giorno uno di questi schiavi si liberi, riesca a liberarsi e riesca ad uscire dalla posizione in cui è stato relegato per tanti anni, si rende conto che quello che lui percepiva come l'unica realtà possibile era la realtà delle ombre, si gira e vede che queste ombre erano state proiettate da modellini di argilla, di terracotta, i modellino del cavallo,

Quindi fa un primo passaggio conoscitivo, scopre che quello che lui aveva ritenuto reale fino a quel momento non è la vera realtà, la vera realtà è quella dei modellini di argilla alle sue spalle; continua lo schiavo liberato la sua strada verso l'uscita dalla caverna e vede che arrivato allo sbocco ci sono in realtà dei veri alberi, dei veri cavalli, quelli che erano i modelli delle statuette che lui aveva percepito come vere in un primo momento; l'ulteriore passaggio è quello di alzare gli occhi al cielo e di vedere che questi esseri, i cavalli, gli alberi, ecc. vivono grazie alla luce del sole. Questa è una metafora, ci dice Platone, della conoscenza umana: la conoscenza umana procede partendo dalla conoscenza sensibile che è paragonabile alla visione delle ombre, emancipandosi man mano fino alla conoscenza del bene, del bene supremo della luce del sole che è quello che dà la vita a queste immagini. Ora secondo Platone la luce del sole rappresenta le idee da cui prendono forma questi oggetti, caratteristica delle idee è non essere soggette al flusso temporale, sono eterne, sono immutabili, sono lì da sempre e sono quelle che danno la forma alle varie individualità. In quest'ottica l'individuo, i soggetti, il singolo cavallo, la singola persona non sono che delle ombre di quello che è il modello originale, le idee. Questa è stata l'idea guida, il paradigma che ha guidato la conoscenza scientifica occidentale fino al XX secolo. Si dice che in realtà c'è stata una cesura tra la conoscenza medievale, la conoscenza greca e la nascita della scienza moderna. In parte è vero perché ovviamente

nel 1400, nel 1500, nell'epoca in cui si fa nascere l'età moderna, sono cambiate molte cose rispetto a quello che è il processo della conoscenza scientifica. L'età moderna è quella in cui c'è la scoperta dell'infinità del cosmo, c'è la scoperta che il moto dei pianeti non si svolge intorno alla Terra, ma in realtà i pianeti girano intorno al Sole e il Sole è soltanto una delle stelle possibili. In realtà nel '400 questo non è l'unico fenomeno che porta alla nascita della conoscenza scientifica moderna, nel '400 succedono anche altri fenomeni che contribuiscono in egual maniera all'affermarsi di una nuova immagine della conoscenza. I fenomeni che portano alla nascita del paradigma che chiamiamo "classico" di scienza sono almeno tre: uno abbiamo detto è la scoperta dell'infinità del cosmo: il fatto che il cosmo non è finito come volevano i greci, la Terra non è al centro dell'universo, ma in realtà il sistema solare è uno tra i tanti degli infiniti mondi che esistono. Ma in realtà in quel periodo succedono anche altri grandi cambiamenti, uno di questi, famosissimo, nel 1492, è la scoperta dell'America, la scoperta di un nuovo mondo, quindi la caduta della concezione etnocentrica che aveva sempre caratterizzato il pensiero greco, il pensiero classico, il pensiero medievale: si scopre che ci sono anche altre popolazioni, altre culture diverse dalle nostre, con lingue diverse dalle nostre, con tradizioni diverse dalle nostre con le quali bisogna confrontarsi. Il '400 è anche l'epoca della nascita degli stati nazionali, gli stati nazionali nascono come stati religiosi: "cuius regio, eius religio" si legge nei libri di storia; in realtà nel 1400 ad esempio la Spagna che è in quel momento il centro culturale, economico mondiale, la Spagna che era sempre stata una nazione in cui avevano convissuto in egual maniera, in egual misura, religioni e culture diverse, la religione ebraica, la religione musulmana e la religione cattolica, diventa, nel giro di pochi anni, uno Stato a una sola religione, religione cattolica. In quel momento, nel XV secolo, nel XVI secolo, nelle varie regioni d'Europa si formano appunto quelle che si chiamano le religioni nazionali, quindi ogni Stato acquista, sceglie una propria forma di religione, una propria forma di culto. Che cosa c'entrano questi tre fenomeni con la nascita della scienza moderna? Questi fenomeni sono stati percepiti molto probabilmente in quel momento come una perdita di coerenza, una perdita di unità, per la prima volta l'uomo occidentale, l'uomo europeo ha conosciuto la frammentazione: non eravamo più l'unica cultura nel mondo, la religione non era più una e la convivenza tra religioni non era più pacifica, quindi si sperimentava la frammentazione spirituale, e inoltre c'era la perdita della centralità del ruolo dell'uomo nell'universo che era esemplificata dal cosmo tolemaico. Questi tre presupposti sui quali si erano fondate la cultura greca e la cultura medievale nel giro di pochi decenni vanno in crisi. La risposta che ha elaborato la cultura occidentale a questo senso di frammentazione è stata la nascita della scienza moderna: la scienza moderna con l'idea di "legge scientifica" è un tentativo di rileggere la frammentarietà dell'universo che ci si parava davanti attraverso uno schema che permettesse di riunificare la varietà dei fenomeni. Le leggi scientifiche, come vengono intese in quel momento, sono valide in qualsiasi parte dell'universo, sono conoscibili da tutti coloro che adottano il metodo scientifico e permettono di riformulare una visione unitaria e coerente del cosmo. Quali sono le caratteristiche di questo concetto di legge che viene elaborato in questo momento? Innanzi tutto le leggi scientifiche sono intese come eterne e necessarie, le leggi scientifiche non mutano e permettono di leggere il mondo mutevole dei fenomeni come dispiegamento di un ordine necessario che soggiace alla frammentarietà del mondo esterno. Questo comporta anche un'altra idea: che il tempo, il fluire del tempo sia illusorio; ciò che è reale sono le leggi scientifiche, le regole di trasformazione del mondo dei fenomeni. Questo permette di recuperare un punto di vista universale all'uomo di quel tempo, perché, come dice Galilei, la conoscenza delle leggi scientifiche, che sono quelle regole formulate in linguaggio matematico, ci permette di accedere al linguaggio con il quale Dio ha scritto l'universo: Dio, dirà Galileo, ha scritto

l'universo in caratteri matematici e questi caratteri matematici sono perfettamente accessibili all'uomo. A questo punto la differenza tra la conoscenza umana e la conoscenza divina non è tanto una questione di qualità, è solo una questione di quantità. La conoscenza dello scienziato differisce dalla conoscenza divina solo per quantità di informazioni, di tasselli del mosaico della natura che l'uomo riesce a comporre; qualitativamente la conoscenza scientifica ci pone allo stesso livello di Dio: è una conoscenza infinita. Altro punto importante di questa visione è che lo scienziato diventa colui che formula descrizioni oggettive del mondo. Oggettive nel senso etimologico (objectum vuol dire ciò che sta fuori di noi): lo scienziato fornisce descrizioni del mondo esterno, fornisce, attraverso il linguaggio scientifico, rappresentazioni del mondo. Queste descrizioni oggettive hanno la caratteristica di essere completamente indipendenti da colui che le formula. E' il metodo scientifico ciò che permette di formulare le descrizioni scientifiche del mondo, non dipende dal fatto che vengano formulate in Italia o in Francia, in un momento o in un altro, ma sono appunto indipendenti dall'osservatore che formula le osservazioni. C'è in effetti una grande frattura tra la visione moderna e la visione classica: è quello che viene chiamato il riduzionismo, il meccanicismo. Si ha scienza solo di quegli aspetti dei fenomeni che sono misurabili quantitativamente: velocità, dimensione, estensione, ecc. In questo senso si parla di riduzionismo, lo scienziato isola nei fenomeni del mondo le qualità primarie dalle qualità secondarie, le qualità primarie sono quelle misurabili, le qualità secondarie sono tutto ciò che dipende dalla soggettività. La grande metafora che viene utilizzata in questo momento è la metafora del mondo come macchina: il mondo è una grande macchina, un grande orologio i cui ingranaggi funzionano alla perfezione. Lo stesso corpo umano viene inteso come macchina, estremamente complicata, con un numero di parti estremamente elevato, non riproducibile perché non ne abbiamo ancora la perizia. Per Cartesio, che è il grande esponente di questa visione, gli animali sono macchine a tutti gli effetti; ciò che distingue l'uomo dall'animale è che l'uomo possiede un'anima che è eterna, individuale, indipendente dal corpo, ma in realtà il corpo umano e il corpo animale sono meccanismi. Un'altra grande idea contenuta in questo paradigma è la possibilità di compiere previsioni certe. Quando io osservo il comportamento dello stato di una macchina in un dato momento io posso, applicando le leggi scientifiche che sono regole di trasformazione matematica, posso mettermi a tavolino, calcolare e prevedere quale sarà il comportamento futuro della macchina. Sarà Pierre Simon de Laplace agli inizi dell'800 che ci fornirà una metafora molto profonda e significativa per comprendere qual è l'idea che di sé ha la scienza moderna, la scienza nata con Galileo. La metafora di Laplace è quella del "demone onnisciente". Dice Laplace che se ci fosse un demone onnisciente che in un dato momento del tempo avesse la possibilità di catalogare, di descrivere la posizione e la velocità di tutte le singole parti dell'universo, potrebbe, semplicemente calcolando, riuscire a prevedere tutti gli stati futuri dell'universo, ma anche di retrocedere e di conoscere quelli che sono tutti gli stati passati dell'universo. In quest'ottica la visione del cambiamento è un qualcosa di illusorio: il cambiamento è il dispiegamento di un ordine necessario ed eterno sancito dalle leggi scientifiche e matematiche. Qual è la differenza tra la conoscenza umana e la conoscenza del demone di Laplace? Il fatto che l'uomo non arriverà mai, per la finitezza della sua mente a catalogare completamente tutte le singole parti dell'universo. Il problema quindi è semplicemente quantitativo dovuto al fatto che il database dell'uomo è un database finito mentre il database di Dio è infinito, ma ciò a cui aspira lo scienziato è quello di formarsi delle banche di dati sempre più ampie. Ampliando la quantità di informazioni raccolte la conoscenza scientifica può progredire in modo infinito. Tra l'altro in questo senso il limite della conoscenza scientifica è un limite che può essere sempre travalicato, è un limite esterno che segna fino a dove siamo arrivati in quel momento. Nel momento

successivo, accumulando più informazioni, questo limite può essere superato, può essere spostato. La possibilità, il caso, in quest'ottica sono semplicemente indici della nostra ignoranza; non c'è caso nel dispiegamento dell'ordine dell'universo. Nel corso dell'800 queste idee vanno progressivamente in crisi, si fanno delle scoperte che urtano con l'immagine che la scienza ha avuto di sé. Ne possiamo indicare alcune: una grande rivoluzione è costituita dalla scoperta del secondo principio della termodinamica secondo il quale ogni passaggio di calore avviene da un corpo caldo a uno freddo, per compiere un passaggio di calore che va nel senso inverso c'è bisogno di lavoro, lavoro che in parte va irrimediabilmente perso. Il lavoro che va irrimediabilmente perso è quello che viene chiamato entropia, c'è una parte di entropia in tutte le trasformazioni termodinamiche, una parte di disordine, qualcosa che va perso. Che cosa ci dice questo? Dice che in realtà allora la freccia del tempo non è insignificante, non è inesistente, non è semplicemente illusoria com'era stato voluto dalla tradizione scientifica da Galileo in poi, ma se vogliamo, come abbiamo detto, l'idea che il tempo sia illusione è un'idea che caratterizza tutta la cultura scientifica sin dal tempo dei greci. Primo punto quindi: la freccia del tempo esiste, il cambiamento, il tempo non è illusorio. C'è un altro grosso problema che emerge qualche decennio più tardi e riguarda la possibilità di compiere previsioni certe e assolute. Ora il modello di oggetto dello scienziato classico era il sistema solare, un ordine, il dispiegamento dell'ordine rappresentato dai pianeti intorno al sole. Verso la fine dell'800 ci si incomincia a chiedere: ma è l'ordine del sistema solare immutabile? I pianeti continueranno a girare per sempre intorno alle loro orbite? Queste orbite sono delle forme geometriche perfette come volevano Copernico, Keplero? Copernico pensava che fossero dei cerchi, Keplero delle ellissi perfette, ma erano sempre delle forme geometriche che richiamano all'idea di perfezione che i greci conferivano alla realtà della geometria. Ma allora ci si chiede: il sistema solare continuerà a muoversi seguendo queste orbite perfette? La risposta è negativa e viene data dal matematico francese Henry Poincaré all'inizio del '900: un sistema dinamico composto da soli tre corpi dà vita a interazioni talmente complicate, talmente difficili da calcolare che non è passibile di previsioni a largo raggio. Io non posso riuscire a sapere, calcolando, che fine farà il sistema solare non in dieci anni o in venti anni, ma nel periodo più lungo. Siamo agli inizi del '900, pochi decenni più tardi va in crisi un'altra idea essenziale del paradigma classico: l'idea dell'indipendenza, dell'irrelevanza dell'osservatore. Avevamo detto che lo scienziato compie previsioni certe, ma non importa chi fa le osservazioni, l'importante è raccogliere le informazioni in modo corretto. Nel corso del XX secolo ci sono due grandi scoperte che invece sanciscono l'ineliminabilità del punto di vista dell'osservatore: una è il principio di indeterminazione di Heisenberg. Il principio di indeterminazione in realtà si basa su un'idea molto semplice: quando io studio un sistema dinamico secondo lo scienziato classico mi occupo di osservare le varie parti di cui questo sistema è composto e di descriverne per ogni singola parte velocità e posizione, sono queste le variabili che mi servono per determinare il comportamento futuro del sistema. In che punto è, a che velocità si muove, in che direzione si muove. Se questa è un'idea che va bene per le osservazioni del mondo macroscopico, quando io parlo del mondo atomico, del molto piccolo, quest'idea non funziona più perché per studiare gli atomi, le particelle io ho bisogno di microscopi particolari, a scansione elettronica; come funzionano? Sparano dei raggi di luce sugli oggetti e questi raggi di luce tornano indietro e mi dicono che cosa hanno urtato e in che posizione. Qual è il punto? Il punto è che quando io studio delle particelle subatomiche e le colpisco con della luce, cioè con altre particelle (dei fotoni) in realtà vado a perturbare il campo che stavo osservando. Quindi ogni osservazione della realtà fisica causa una perturbazione nel campo osservato e questa perturbazione non è in linea di principio eliminabile. Si chiama principio di indeterminazione perché ci dice che in realtà io

non posso con lo stesso grado di determinazione, di precisione, stabilire velocità e posizione di una particella. O studio la velocità della particella ma non so dove sarà, posso dirlo solo con una certa probabilità, oppure vado a studiare la sua posizione, però devo abbandonare la precisione con la quale studio la velocità. Questo è un grosso problema per lo scienziato classico, per il demone di Laplace. L'idea del demone di Laplace era quella di poter stabilire qual era per ogni parte dell'universo velocità e posizione. In realtà questo non può essere fatto.

Ci sono altri problemi che introducono in modo ineliminabile l'osservatore all'interno delle realtà osservate. Un altro regno che si pensava potesse essere descritto oggettivamente è il regno della matematica, la matematica è il regno dell'immutabilità, il regno dell'indipendenza dall'osservatore, la matematica "non è un'opinione", come afferma anche il luogo comune. Non stiamo dicendo che la matematica è un'opinione, ma che anche l'esplorazione della realtà matematica dipende in modo essenziale dal linguaggio entro cui io formulo certe descrizioni, e ogni linguaggio ha dei limiti e delle parti che non riesce a descrivere. E' il teorema di incompletezza di Godel, un teorema che ci dice che ogni volta che io utilizzo un linguaggio, per il fatto che questo linguaggio è composto da simboli finiti, da regole di operazione finite, mentre le realtà della matematica, per esempio i numeri naturali, sono concetti infiniti, ho un problema. Infine c'è la scoperta che ci sono sistemi dinamici per i quali determinismo e previsione non sono sinonimi: sono i sistemi caotici. La metafora che si utilizza per esemplificare questo concetto è la metafora dell'effetto farfalla: il battito di ali di una farfalla sul cielo di Tokio può provocare un temporale sul cielo di New York tra una settimana. Cause piccolissime possono provocare su scale temporali abbastanza larghe degli effetti macroscopici e incommensurabili con la piccolezza della causa. Chi ha formulato questa metafora è morto il mese scorso ed è il grande meteorologo Lorenz, Lorenz lavorava sulle previsioni meteo utilizzando negli anni '50 i primi calcolatori per formulare delle previsioni del comportamento dei sistemi dinamici. Lorenz si era accorto che modificando di una porzione infinitesima il grado di precisione di un'osservazione (ad es. la pressione atmosferica, la velocità del vento, ecc.) il risultato del sistema implementato nel calcolatore era completamente diverso. Di lì si è cominciato a parlare di sistemi caotici, di sistemi sensibili alle condizioni iniziali. Ora, già questi eventi, queste scoperte che ho velocemente enucleato, contribuiscono a mettere in crisi l'idea classica di scienza e reintroducono in modo ineliminabile quei concetti che erano stati visti solo come negativi, cioè le tre parole da cui eravamo partiti: limite, caso e possibilità.

Limite: nell'ambito della conoscenza scientifica classica il limite era inteso come ciò che doveva essere superato; limite diventa ora invece ineliminabile da ogni osservazione scientifica. Ogni osservazione scientifica è limitata, in modo ineliminabile, insormontabile, per esempio nell'osservazione delle particelle subatomiche: il limite posto dalle relazioni di indeterminazione di Heisenberg è il limite attraverso il quale noi facciamo le osservazioni, è il limite imposto attraverso il nostro strumento di osservazione.

Possibilità: possibilità è un altro concetto che viene introdotto, insieme a quello di probabilità (non sono la stessa cosa ma in quest'ottica possono essere associati) nello studio dei sistemi dinamici, dei sistemi caotici. Quando studio un sistema caotico io non posso più determinare quale sarà la traiettoria dell'evoluzione di questo sistema, cioè quali saranno gli stadi successivi della sua evoluzione, io posso soltanto determinare quali saranno gli spazi di possibilità entro i quali il sistema evolve. Quindi in realtà la possibilità lungi dall'essere considerata semplicemente una nozione soggettiva, come indice della nostra ignoranza, entra a pieno titolo come costituente del discorso

scientifico. E poi c'è un altro grande concetto, che è quello di caso, che diventa importante dal momento in cui spostiamo lo studio dello scienziato da sistemi dinamici di corpi fisici allo studio del vivente: nell'evoluzione dei sistemi viventi piccolissime variazioni portano a evoluzioni e traiettorie evolutive completamente diverse. Compito dello scienziato del vivente dovrà essere prendere in considerazione anche il caso, questo nel caso dello studio dell'evoluzione umana diventa evidente: se 65 milioni di anni fa non ci fosse stato un meteorite caduto nel golfo del Messico che avesse causato l'estinzione nel giro di poco tempo di quelli che erano i re della Terra, cioè i dinosauri, probabilmente i mammiferi non avrebbero mai potuto affermarsi. Compito dello scienziato in quest'ottica diventa anche lo studio di quegli eventi singolari, irripetibili, casuali che però determinano in modo essenziale la natura dell'oggetto del suo studio.

A questo punto l'idea di legge scientifica necessaria, necessitante che era stata l'idea guida della scienza classica viene sostituita da un'altra idea di legge, come vincolo che crea nuovi spazi di possibilità: la legge non è un'invariante che determina in modo univoco l'evolversi del sistema osservato, ma è un vincolo entro il quale le possibilità di evoluzione del sistema osservato si dispiegheranno. La storia delle possibilità dei sistemi osservati non è scritta una volta per tutte: ci saranno momenti di cambiamento, momenti di effetto soglia, momenti critici in cui certe possibilità verranno scartate e certe altre verranno reinserite, riutilizzate, ampliate all'interno del discorso evolutivo del sistema in questione.

La sfida della complessità, che non è un'epistemologia, non è etichettabile secondo principi, consiste nell'assunzione di questi concetti sempre intesi come negativi, il caso, il limite, la possibilità, come invece elementi costitutivi e positivi della nostra conoscenza. Tra l'altro una delle caratterizzazioni che viene sempre data è quella della complessità come transdisciplinarietà, interdisciplinarietà; perché diventa necessario dopo tutte queste scoperte l'adozione di un metodo plurale, transdisciplinare? Perché nel momento in cui l'oggetto di studio dello scienziato diventa appunto la storia dell'evoluzione dei sistemi osservati, i cambiamenti, lo studio delle soglie, delle biforcazioni, dei momenti critici, degli eventi singolari che sono alla base di una storia, di un'evoluzione, compito dello scienziato non è quello di fornire descrizioni oggettive indipendenti dall'osservatore, ma quello di fornire, in un certo senso, delle narrazioni all'interno delle quali questi eventi singolari, casuali, indipendenti, acquistino coerenza. Quindi il metodo narrativo diventa essenziale al lavoro dello scienziato. Questo fa cadere, capite bene, la tradizionale divisione tra le due culture. L'Italia è stato un paese in cui la divisione tra culture ha influenzato pesantemente lo sviluppo della cultura scientifica. Oggi siamo al punto in cui la divisione tra conoscenza scientifica e conoscenza umanistica ha perso di senso, perché se le scienze devono adottare un metodo narrativo è chiaro che il lavoro dello scienziato non può essere più ritenuto del tutto eterogeneo rispetto a quello dello scrittore, del poeta. Anche la scienza si occupa di far narrazione. Comunque, dal momento che ogni cosa ha il suo limite, dal momento che mi sembra che il limite sia arrivato, io mi fermerei qui. Se ci sono delle domande, delle questioni, sono a vostra disposizione.

Dibattito

Domanda

Io vorrei sapere come si inserisce in questo discorso la teoria della relatività.

Domanda

Come si fa a distinguere fra le narrazioni a questo punto, cioè quali narrazioni convincono maggiormente e perché?

Domanda

Vorrei capire meglio qual è il ruolo dell'osservatore secondo la fisica quantistica.

Arpaia

Vi ringrazio per la fiducia perché vedo che sono domande molto impegnative.

La teoria della relatività: scienza classica o non classica? In realtà la posizione di Einstein è stata quella di avere un'epistemologia di tipo classico; una delle sue frasi più famose è "Dio non gioca a dadi", che si riferiva appunto alle scoperte che venivano fatte dalla scuola di Copenhagen, secondo le quali l'osservazione scientifica comporta al suo interno, in modo ineliminabile, la probabilità: la probabilità è una componente essenziale non dell'ignoranza dello scienziato, ma del discorso scientifico stesso. Einstein era uno che rifiutava questo principio, era uno che era rimasto legato, si dice, al realismo: la realtà che descrive lo scienziato è oggettiva, è indipendente da chi osserva. Una delle frasi più famose della prima pagina della biografia di Einstein è la seguente: "ma tu sei sicuro che la luna esiste quando non la guardi?"; il problema è grande perché per il nostro senso comune siamo portati ad accettare il punto di vista realista, tutti siamo portati a pensare che la luna, quando ci giriamo dall'altra parte, continui ad esistere. Il problema però non è tanto se la luna esiste quando non la guardo, il problema è: che cosa conosciamo noi della luna quando la guardiamo? Come conosciamo la luna attraverso il nostro sguardo? Il nostro sguardo ci fa percepire una realtà, ma che è profondamente collegata al nostro modo di guardarla, ai nostri occhi, alla nostra visione, alle nostre categorie concettuali. Quindi il problema è quello di decidere se esiste una realtà noumenica, come diceva Kant, che è indipendente dallo sguardo del soggetto, solo che la realtà noumenica, come Kant stesso diceva, è inaccessibile al soggetto: il noumeno è ciò che non sappiamo come è fatto. In questa ottica all'idea di rappresentazione la teoria della complessità sostituisce l'idea di costruzione della rappresentazione, cioè noi non abbiamo accesso al mondo, ciò a cui abbiamo accesso sono i dati sensibili, attraverso le mie sensazioni, le mie costruzioni. Quindi sul punto di vista di Einstein e la teoria della relatività diciamo che l'epistemologia di Einstein forse era più indietro della sua scienza e sicuramente la relatività ha introdotto il ruolo dell'osservatore in modo essenziale.

E questo problema si riconnette con la questione dell'osservatore: le relazioni di indeterminazione di Heisenberg non parlano tanto della posizione dell'osservatore, parlano dell'atto di osservazione. Per descrivere un oggetto, un sistema dinamico io devo osservarlo, l'atto dell'osservazione è ineliminabile: ora le relazioni di indeterminazione ci dicono che quando io compio delle osservazioni se aumento in precisione nell'osservazione della velocità perdo precisione nell'osservazione della posizione e viceversa. Non è possibile aumentare in modo infinito, illimitato la precisione delle due osservazioni, dell'osservazione della velocità e della posizione. In questo senso ci dicono che l'intervento dell'osservatore è in linea di principio ineliminabile e quindi l'idea del "demone di Laplace", del demone onnisciente, dell'osservazione infinitamente precisa, è, appunto, un mito, è stato chiamato il mito dell'onniscienza.

Come si distinguono le narrazioni? In realtà non stiamo dicendo che tutti i metodi vanno bene per tutti i campi di indagine, che il metodo narrativo con cui conosce e lavora il romanziere è uguale

al metodo con cui conosce e lavora lo scienziato, stiamo dicendo che però l'idea che esistesse un metodo privilegiato per lo scienziato, che è il metodo oggettivante, il metodo della rappresentazione, il metodo della descrizione che privilegia le quantità catalogabili numericamente non è l'unico metodo possibile, che per studiare certi oggetti d'indagine in realtà un pluralismo metodologico è essenziale, e quando studiamo oggetti di indagine complessi (il latino "cumplexus" deriva da "cumplectere", intrecciare insieme), sistemi complessi, sociali, economici, sistemi cognitivi umani, dobbiamo ricorrere a una pluralità di metodi, in questo senso il metodo narrativo va tenuto insieme al metodo scientifico classico. Quindi non si tratta di far collassare tutti i metodi in un unico metodo, ma nel favorire l'interdisciplinarietà e la transdisciplinarietà.

Interdisciplinarietà vuol dire che nei punti d'incontro tra le varie discipline gli spazi cerniera devono essere in qualche modo riempiti dagli studiosi, quindi ogni scienziato deve ampliare le proprie conoscenze in modo da riuscire a connettere il proprio oggetto di studio con gli altri, transdisciplinarietà perché lo studio di diversi oggetti implica l'adozione di metodi, concetti, categorie provenienti da discipline diverse. Sicuramente non ho risposto alla domanda, ma ho tentato.

Domanda

Finora abbiamo parlato di epistemologia, di filosofia della scienza, di un certo percorso di trasformazione della scienza contemporanea, ma queste trasformazioni che ricaduta hanno dal punto di vista del nostro vivere sociale? Mi sembra di aver colto anche nel libro di Bocchi e Ceruti un interesse per gli aspetti formativi, come se la sfida della complessità fosse una forma di pensiero particolarmente adatta ad affrontare temi, problemi, difficoltà del nostro tempo; in che termini allora è proponibile una traduzione a livello formativo di questi che sono concetti elaborati evidentemente ad un altro livello?

Arpaia

Diciamo che i sistemi complessi sono i sistemi viventi, gli individui, le società, le culture sono sistemi complessi per eccellenza. Bateson, che è uno dei padri di questo approccio, dell'approccio sistemico, proponeva il paragone tra le società, le culture e i sistemi viventi, i sistemi cellulari: la società è come una cellula, un sistema in cui ogni parte influenza le altre parti in un gioco di causalità circolare, di azioni e di retroazioni. Quindi in questo senso la metafora proposta da Bateson è utile. A livello sociale, a livello politico che cosa ci dice? Che se noi studiamo una società come sistema complesso è impossibile fare delle previsioni certe sulla traiettoria di sviluppo di una società. A livello politico questo comporta il passaggio da un'idea programmatica della politica, ponendosi degli obiettivi esterni, delle finalità da raggiungere imprimendo una traiettoria di sviluppo, a una visione strategica della politica in cui si aprono spazi di possibilità e in cui si dà spazio anche alla ridondanza, cioè alla possibilità che certe possibilità lasciate aperte si rivelino inutili, infruttuose, o che gli effetti di certe strategie non siano determinabili nel breve periodo. Quindi è vero che questo tipo di approccio che poi è nato, è sorto in seno al pensiero scientifico, ha delle ricadute su tutte le attività culturali dell'uomo. Credo che uno dei punti fondamentali sia questo: non è possibile fare una politica della previsione, una politica che tracci la traiettoria di sviluppo di un sistema sociale, di una cultura.

Per quanto riguarda la pedagogia, un approccio di questo tipo è un approccio che rifiuta lo specialismo. Che cosa vuol dire? La specializzazione dei vari campi del sapere, la separazione,

la parcellizzazione, l'approfondimento dei vari campi del sapere in direzioni indipendenti l'una dall'altra, e il nostro sistema educativo è chiaramente strutturato in questo modo. In realtà dalle riflessioni che abbiamo fatto qui viene fuori l'idea che l'idea stessa di legge scientifica sia nata da esigenze extrascientifiche, esigenze sociali, di coerenza, esigenze estetiche, dalla volontà di trovare un ordine, appoggiata tra l'altro all'idea che l'ordine sia meglio del disordine. Questo per dire come a monte la specializzazione sia stata funzionale allo sviluppo della nostra cultura, ma per certi versi imposta. Oggi poi con l'esplosione dei saperi specialistici, nel giro di cinquanta anni abbiamo assistito a un'evoluzione dei saperi incontenibile, oggi il genio universale non è più concepibile; però è anche vero che specialmente i ragazzi di oggi che sono a contatto con una pluralità di mondi, passano in pochissimo tempo dall'uno all'altro, si trovano a confrontarsi con una quantità enorme di informazioni, hanno accesso a una quantità enorme di informazioni, impensabile fino a poco tempo fa. È necessario, affinché tutti questi saperi, tutte queste informazioni non restino prive di senso, svincolate l'una dall'altra, è necessario che la scuola, che il sistema formativo fornisca delle mappe concettuali, fornisca degli strumenti con cui distinguere, filtrare e collocare le informazioni. Credo che uno dei compiti della scuola oggi debba essere più che fornire il sapere, obiettivo impensabile, irraggiungibile perché sono troppo le cose da imparare e poi perché oggi i ragazzi imparano a scuola il 30% di ciò che si utilizza nella vita, più che fornire il sapere, fornire una mappa del sapere, un quadro epistemologico. Ecco, rivendichiamo il ruolo dell'epistemologia nella formazione, che è un ruolo forse oggi quanto mai necessario ed essenziale.

Domanda

Pensando al significato di episteme, così come nasce nel pensiero greco e alle cose che ci ha detto.

Nel XX secolo il caso irrompe, le possibilità si aprono e si chiudono continuamente e solo in parte imprevedibilmente, ci muoviamo su un terreno dove non solo viene meno l'idea di episteme in senso classico – per cui forse bisognerebbe cominciare a pensare a un altro termine diverso da epistemologia – non solo viene meno questo, ma viene meno anche la sensazione di una direzione, della stessa direzione della ricerca. Cioè, la ricerca come procede? Ha ragione Feyerabend quando parla di dadaismo, oppure sono individuabili alcuni criteri secondo cui è possibile dare un orientamento alla ricerca. E questo vale tanto per la ricerca scientifica quanto per la politica, perché se è vero quanto diceva prima in risposta alla domanda precedente, una politica che si muova sul terreno sdruciolevole delle previsioni incerte o anche impossibili, nell'impossibilità di programarsi, allora da che cosa viene sostituita?

Arpaia

Davvero è una domanda questa molto, molto profonda, alla quale forse non ci sono risposte. Forse uno dei compiti, degli obiettivi della sfida della complessità è imparare a riformulare le domande e non tanto a dare le risposte. Questa è una domanda riformulata in un'ottica complessa. Quanto al problema del rapporto tra scienza e politica, è una questione spinosa, che tocca sensibilità anche diverse, certo è che compito della politica è fornire delle linee di sviluppo della ricerca, anche perché oggi la ricerca non può più essere svincolata dagli strumenti con cui si fa la ricerca e quindi da investimenti economici importanti. L'immagine dello scienziato galileiano oggi non funziona più, Galileo che si erge con il suo cannocchiale a scrutare i cieli e quindi è simbolo della libertà della ragione contro il mondo della conservazione e della non verità, questa immagine non funziona più;

oggi lo scienziato è uno che lavora, spesso in laboratori, seguendo delle linee di ricerca dettate dagli strumenti che gli vengono messi a disposizione. Il problema oggi è quello della limitatezza delle risorse con cui si deve fare i conti: le risorse non sono infinite, non abbiamo risorse per tutto; oggi il compito del politico è scegliere, in base a un piano strategico, quali siano le ricerche da sviluppare, ma possibilmente non solo quelle che hanno una ricaduta economica immediata, ma, appunto anche quelle fatte con ridondanza. Quanto ci conviene dirottare tutte le risorse e indirizzare la via della ricerca in una certa direzione, privilegiare un certo tipo di ricerca a discapito di altre? Credo che questo sia oggi il vero problema. Caduto il mito dell'onniscienza, del raggiungimento della verità, della scienza come processo che ci porta a raggiungere, un giorno o l'altro la verità assoluta, il problema è quello di elaborare delle strategie di sviluppo della ricerca scientifica.

Domanda

Sul concetto di causa, uno dei concetti che comunque è "conficcato" nelle nostre teste molto profondamente, che cosa dice la teoria della complessità?

Arpaia

Non è una teoria, non abbiamo una teoria. Noi abbiamo un insieme di domande e di dubbi che stiamo mettendo sul tavolo, però certo questa è una domanda importante e riguarda innanzi tutto il rapporto tra mondo e soggetto che osserva il mondo, tra osservatore e osservato. Tradizionalmente l'idea era che tra soggetto e oggetto, osservatore e osservato, ci fosse una relazione lineare, causa – effetto: il mondo è la causa, l'effetto è la rappresentazione che io mi formo del mondo. A questo tipo di immagine, di causalità lineare, soprattutto le scienze del vivente, dell'umano, hanno portato una nuova idea di causalità, non più lineare, ma circolare. Piaget diceva: "l'intelligenza organizza il mondo organizzando se stessa", cioè in realtà l'immagine che io mi formo del mondo non dipende solo dagli inputs che mi vengono dal mondo e che io elaboro attraverso certi algoritmi, certe procedure, formandomi delle rappresentazioni, in realtà ciò che io ricevo dal mondo dipende anche dal modo in cui io sono organizzato e organizzo i dati che mi vengono dal mondo. Quindi tra soggetto e oggetto non c'è più una relazione lineare, ma una reazione di tipo circolare. Tra l'altro questo tipo di indagini sono state approfondite nel campo delle neuroscienze, si è scoperto ad esempio che quando nel cervello si forma un'immagine del mondo esterno, ciò che viene dal nervo ottico è il 20%, in realtà concorrono al formarsi di questa immagine tutta un'altra serie di parti del cervello che sembrerebbero non direttamente correlate con il fenomeno della visione e sono interrelate fra loro da catene di causalità non lineare ma retroattive. Per comprendere il funzionamento di un neurone non basta più studiare quel neurone, bisogna studiare che cosa succede in tutti i neuroni che sono collegati con quel neurone, ma allora se per studiare il neurone x devono studiare il neurone y1, y2, y3, devo andare a studiare anche tutti quelli che sono correlati con y1, y2 e y3... A questo punto abbiamo una visione sistemica: la conoscenza non è una rappresentazione lineare di ciò che ci arriva dall'esterno, ma è una proprietà emergente, è una relazione emergente dal sistema soggetto-oggetto, dall'interrelazione della catena di causalità circolari che emergono all'interno di questo sistema. Prima parlavamo del butterfly effect, perché l'effetto farfalla è una metafora importante? Perché davvero una variazione che avviene in una parte del sistema, una variazione infinitesima, si può ripercuotere in modo non lineare su tutto il sistema, causando anche delle mutazioni macroscopiche non prevedibili. Questo ci porta a rivedere la nostra nozione di causalità: all'idea di una causa sostituiamo l'idea che le cause siano una rete di cause in relazione.

