

## **UNA PROPOSTA DI ITINERARIO FILOSOFICO MATEMATICO: dalla rivoluzione scientifica ad oggi**

*Giovanni Callari - Filippo Spagnolo*

I secoli XIX e XX hanno prodotto uno sviluppo particolarmente significativo dei rapporti tra filosofia e matematica, a dimostrazione che esiste un'affinità tra il modo di procedere logico-concettuale tipico della filosofia ed il modello (oggi si direbbe più opportunamente i modelli) su cui si ordina il procedimento matematico.

Se è pur vero che il processo di maturazione di tale sviluppo ha avuto origine a partire dal XIX secolo, ci sembra tuttavia di potere individuare un itinerario (tra i vari possibili) che focalizzi il rapporto tra filosofia e matematica, o meglio tra filosofia e “scienza matematica”, entro il percorso della storia del pensiero occidentale.<sup>1</sup>

Tralasciamo in questa sede le tracce di una conoscenza matematica nella civiltà orientali, ove peraltro sembra che la numerazione avesse solo un'applicazione pratica (e quindi fuori dai canoni di “scienza”), e prendiamo in considerazione la civiltà greca classica.

La ricerca razionale che è all'origine della filosofia (e quindi il tentativo di rispondere attraverso la ragione ad ogni forma di domande, allontanandosi dalla tradizione e dal *mn'qoz*) ha contribuito a mettere in rilievo le certezze del ragionamento matematico astratto entro un'ipotesi di interpretazione della realtà. La matematica come scienza nasce insomma, a nostro parere, come espressione della filosofia non solamente nel senso (ovvio) di processo di elaborazione della ragione umana, ma soprattutto nel senso di identificazione tra *ejpisthvmh* e *ajlhvqeia* (scienza e verità) che la filosofia delle origini considerava inscindibile.

Pitagora, che considerava il numero all'origine di tutto, fu il primo ad elevare la matematica a “scienza” pervenendo a quell'astrazione del numero, del punto, della linea, dell'angolo, ecc., che permette il carattere dimostrativo delle proposizioni; Platone attribuisce alla conoscenza matematica il carattere di verità sovrasensibile, inferiore solo alla conoscenza pura delle idee<sup>2</sup>; Aristotele, che vede la matematica come scienza della quantità, predispose, attraverso la sua logica, le strutture del ragionamento deduttivo<sup>3</sup>.

Il grande processo di trasformazione politico e sociale che seguì le fine della *povliz* greca e la nascita della società greco-ellenistiche, influenzò in modo decisivo anche il rapporto matematica-filosofia. Innanzitutto al filosofo-scienziato dell'età classica che trattava indifferentemente di morale, religione, gnoseologia, fisica, astronomia, matematica, ecc., si vanno sostituendo indagini “specifiche” fuori dall'interpretazione filosofica da parte di veri e propri specialisti (astronomi, zoologi, botanici, studiosi di anatomia animale ed umana) che, seppur inseriti entro strutture concettuali derivate dalla filosofia, tendono a rompere l'interpretazione onnicomprensiva della realtà che aveva caratterizzato l'epoca precedente. Poi è da rilevare il divorzio tra scienza e tecnica, cioè tra elaborazione teorica (ricca) ed applicazioni pratiche

---

<sup>1</sup> E su questo tema ritorneremo anche più avanti, cercando di rapportare il mondo classico al mondo moderno e contemporaneo.

<sup>2</sup> Più precisamente Platone distingue una conoscenza sensibile (chiamata *dovxa* = opinione) ed una conoscenza razionale (chiamata *ejpisthvmh* = scienza); quest'ultima comprende la conoscenza delle idee matematiche (*diavnoia* = attraverso il pensiero) e la conoscenza delle idee (*novhsiz* = mente, intelletto, con cui Platone identifica la conoscenza delle idee fuori dal tempo) La conoscenza noetica fornisce i presupposti alla conoscenza dianoetica. Un'interpretazione giustamente famosa di questo iter gnoseologico è dato dal celebre “mito della caverna”, nel VII libro della Repubblica.

<sup>3</sup> È interessante notare che in questa fase del percorso storico si insiste sul carattere della scienza del continuo estensivo dato dalla geometria, più che sulla quantità astratta del numero. Lo sviluppo dell'aritmetica subirà invece un impulso decisivo a partire dalla meccanica razionale, e quindi in tempi relativamente recenti.

(povere). Eppure in quest'ambito prende corpo uno dei testi più significativi della matematica antica: gli Elementi di Euclide, vero e proprio pilastro della scienza antica, ove perfettamente si coniuga il sapere matematico e la teorizzazione logica di derivazione aristotelica.

Durante il periodo medievale sembra esaurita la creatività che aveva caratterizzato il periodo precedente: iniziano i primi studi sulle cosiddette "scienze occulte" e le analisi scientifiche si limitano a ripresentare e commentare i testi classici.<sup>4</sup>

Il mondo arabo e la "scoperta" dell'algebra da parte dell'occidente come un linguaggio autonomo, apre spazi nuovi al sapere matematico. Mentre la Geometria Euclidea viene considerata una propaggine della cultura umanistica attraverso la logica aristotelica, il linguaggio algebrico rappresenta il primo linguaggio matematico che nasce come filiazione della lingua naturale<sup>5</sup> ma per "approssimazioni successive" ri-costruendo poco a poco la sua struttura interna. E da questo momento esce definitivamente dalla "protezione" della filosofia.

Magia, occultismo, ordine del mondo caratterizzano il periodo umanistico-rinascimentale insieme ai primi studi sull'infinito. Si tratta dell'anticipazione della grande rivoluzione scientifica che è all'origine della cultura moderna e contemporanea.

### ***Alcune considerazioni sulla rivoluzione scientifica.***

La cultura occidentale, a differenza di quelle orientali, ha subito, nell'era moderna, un processo di trasformazione "traumatico" e "violento" che è identificabile nella rivoluzione scientifica. Traumatico perché improvvisamente crollano valori, modi di pensare, linguaggi caratterizzanti un sapere non più adeguato al nuovo processo storico; violento perché fu necessario produrre in tempi relativamente brevi nuovi "poli" che, nei diversi campi del sapere, potessero sostituire, in modo consapevole e razionale, la capacità di potere interpretare il mondo (dal punto di vista teoretico non meno che da quello "scientifico") secondo moduli da "reinventare" o "scoprire".

Tale processo, che inizia nella seconda metà del sec. XVI, troverà compimento solo alla fine del sec. XVII, ma è questo il periodo in cui la cultura europea produce la massima espressione della sua autonomia, riuscendo a giustificare, entro strutture stabili e certe dal punto di vista razionale, una costruzione del mondo logica, coerente, interpretabile con i linguaggi della scienza.

Per potere spiegare in modo schematico e sintetico questo processo, occorre polarizzare la nostra attenzione su alcuni aspetti della cultura precedente e sui cambiamenti apportati in questo periodo storico.

---

<sup>4</sup> L'esame della logica aristotelica produce i primi studi grammaticali della teoria del significato e della proprietà dei termini, nonché veri e propri trattati ispirati all'*Organon* (= strumento; si tratta della raccolta delle opere logiche di Aristotele). L'unione poi di temi logici e temi grammaticali, filtrati dalla "logica nova" aristotelica di derivazione araba, sarà il tratto fondamentale di alcuni studiosi parigini (sec. XIII-XIV) fautori di una "grammatica speculativa" tendente a dimostrare una struttura linguistica comune a tutte le lingue. Si assiste ad un ampliamento della logica attraverso lo studio dei paradossi e l'approfondimento della logica modale. Da citare in questo periodo l'arte combinatoria di Raimondo Lullo, che come è noto, sarà ripresa nel mondo contemporaneo. Un cenno merita infine Boezio, il cui trattato "Mathematica sine motu inabstracta ...", oggi poco studiato, fu ripreso da Tommaso d'Aquino e costituisce forse un primo esempio di filosofia della matematica.

<sup>5</sup> Lo sviluppo del linguaggio algebrico segue, grosso modo, tre fasi:

- Algebra retorica: uso della lingua naturale per eseguire i calcoli e denominare gli oggetti matematici (scritti aritmetici dei greci delle scuole neo-platonica e neo-pitagorica);
- Algebra sincopata: uso della lingua naturale ma intercalando di tanto in tanto delle abbreviazioni per rendere più agile e spedito l'andamento dei ragionamenti e dei calcoli (Diofanto);
- Algebra simbolica: uso dei simboli speciali per indicare dati e incognite nonché per rappresentare le varie operazioni (Viète).

## **1 - soggetto-oggetto**

Nella cultura classica esiste un'identità tra le capacità conoscitive dell'uomo (attraverso schemi mentali o categorie) e la rappresentazione della stessa. Esiste cioè un'identità tra il modo in cui il soggetto "legge" la realtà ed il modo in cui la realtà si rappresenta (se affermo ad esempio che un oggetto è rosso, significa che esso è rosso, essendo le categorie mentali che mi permettono di vederlo rosso uguali alle categorie della realtà con cui esso si presenta come rosso). Tale modo di intendere il processo gnoseologico aveva trovato una perfetta sistemazione nella filosofia di Platone e Aristotele sia entro un sistema "logico" sia entro un vero e proprio progetto sistematico del sapere.

In Platone l'attività di concettualizzazione aveva avuto nell'attività di matematizzazione della realtà un ruolo rilevante che però non era riuscita a consentire una sistematizzazione della matematica. Altro discorso riguarda la filosofia di Aristotele che, attraverso l'organizzazione della logica bivalente, caratterizzerà il modo di argomentare nella cultura occidentale. La geometria Euclidea, primo linguaggio strutturato nella storia della matematica, rappresenta un modello della logica bivalente Aristotelica. In particolare l'argomentazione farà un passo in avanti notevole con lo strumento della "dimostrazione per assurdo".

Il paradigma della matematica, in questo momento è quello relativo alla Geometria Euclidea attraverso i seguenti significati:

1. La Geometria Euclidea come prima rappresentazione del mondo fisico: questo è anche il messaggio recuperato da Platone.
2. La Geometria Euclidea come modello della Logica bivalente e quindi modello di riferimento dell'argomentare nella cultura occidentale: il messaggio Aristotelico.
3. La Geometria Euclidea come sistema ipotetico-deduttivo. Messaggio recepito a partire dalla fine del 1800. Hilbert lo ripete per rifondare la Geometria Euclidea. I Boubakisti ne hanno fatto un programma per la classificazione delle *Matematiche* negli anni '30 mutuato dai concetti di invariante e struttura. Corrisponde a quello che oggi la comunità matematica definisce come Modelli Sintattici e Modelli Semantici.

Il processo che porta alla rivoluzione scientifica mette in discussione tale armonia, facendo riflettere sul fatto che la natura (l'oggetto) ha leggi proprie non necessariamente adeguate a quelle dell'intelletto umano. E' la ragione umana che deve ragionevolmente comprendere le leggi della natura, che in ogni caso operano in modo totalmente autonomo rispetto all'uomo.

Il diverso ruolo del rapporto soggetto-oggetto costituirà uno dei nodi fondamentali della filosofia moderna ed il tentativo di ricostituire l'armonia perduta sarà uno dei temi salienti della filosofia del 1800.

## **2 - perchè-come**

Nella cultura classica (ed è opportuno sempre fare riferimento ad Aristotele) se si esclude il progetto degli atomisti (veri antesignani della scienza moderna) le risposte alle domande concernenti vari aspetti del sapere, dovevano trovare nella ragione una risposta certa e significativa. Un fenomeno naturale, quale per esempio, la pioggia doveva rispondere alla domanda: perché piove? e trovare nelle articolazioni del pensiero una risposta. Così pure, per esempio, il movimento non veniva considerato come un dato fisico, ma la conseguenza di un principio metafisico.

La rivoluzione scientifica ha totalmente ribaltato la situazione attraverso la semplice considerazione che non è problema che inerisce il sapere scientifico (l'interpretazione della realtà) il perché del fenomeno, ma è necessario spiegarsi come il fenomeno si verifica (non perché piove? ma come piove)

### **3 - problema del metodo**

Si tratta di un tema che deve essere affrontato nella duplice veste filosofica e scientifica. Filosofica perché occorre stabilire attraverso quale metodo di indagine è possibile "leggere" la realtà, interpretarla, renderla accessibile alla mente umana. E' necessario cioè trovare (o meglio ritrovare) una corrispondenza tra le rappresentazioni del soggetto e la realtà ad esso esterna. Scientifica perché occorre creare nuove regole, una guida per l'orientamento dell'uomo nel mondo (Cartesio), capaci di far propri i processi di autonomia delle scienze. E c'è da constatare che il problema è tanto epistemologico che gnoseologico nel senso che ormai una teoria della scienza ed un'interpretazione di essa non possano essere scisse da una teoria della conoscenza (che è oggi il senso della moderna epistemologia).

Entro tale problema vanno poi considerate le soluzioni proposte dai filosofi del periodo: metodo analitico (Cartesio), metodo induttivo (Bacone), ma soprattutto metodo sperimentale (Galilei). Ed a proposito di Galilei e del suo metodo (osservazione del fenomeno da studiare, formulazione dell'ipotesi, verifica) va osservato che non sempre la verifica è resa possibile, anzi è compito dello scienziato sapere correggere lo scarto tra un'ipotesi (che è sempre matematica e valida per modelli ideali) ed un riscontro (che, seppur formulato in termini matematici, può essere modificato da situazioni ambientali non favorevoli o non essere possibile). Per questo motivo Galilei distingue tra "sensate esperienze" e "necessarie dimostrazioni"; le prime valgono quando la verifica trova nelle rappresentazioni empiriche una valida conferma (per esempio nel caso della dimostrazione del sistema copernicano esiste una corrispondenza tra l'ipotesi e la verifica attraverso il cannocchiale); le seconde quando la verifica non è possibile, ma la coerenza tra ipotesi e consequenzialità logica consentono ugualmente di formulare una legge (per esempio nel caso del principio di inerzia). Ora è chiaro che proprio le necessarie dimostrazioni aprono alla scienza fisica quegli spazi che le teorie contemporanee hanno reso percorribili.

### **4 - relazione scienziato-tecnico**

a) cultura classica : non esiste una grossa separazione tra lo scienziato che svolge un lavoro teorico e il tecnico che svolge una funzione applicativa. Tuttavia Platone nelle "Leggi" scrive che "non verrà annoverato alcun cittadino tra coloro che svolgono mestieri tecnici"; Aristotele, nella "Politica" nega ai "meccanici" la cittadinanza sostenendo che per essere cittadini bisogna essere liberi dai servizi necessari.

b) cultura ellenistica : avviene una vera e propria separazione tra il lavoro teorico dello scienziato, ricco anche di grandi intuizioni ed il momento tecnico-applicativo, che viene considerato, così come le attività puramente produttive, di livello inferiore rispetto alle pratiche intellettivo-speculative. Eppure l'età... ellenistica produce veri e propri geni quali Euclide, Archimede, Apollonio, Ipparco, Tolomeo, Eratostene, Galeno. Forse il divorzio scienza-filosofia ed il prevalere dell'atteggiamento contemplativo su quello pratico ed attivo impediscono quello studio sulla natura a vantaggio dell'uomo, che caratterizzerà l'era moderna.

c) rivoluzione scientifica : l'autonomia dell'oggetto e lo studio della natura, l'utilizzazione delle tecniche, la sperimentazione, la conoscenza oggettiva del mondo e delle sue leggi, la lotta (vincente) contro la cultura scolastica, i dogmi religiosi ed il sapere occulto della magia caratterizzano l'uomo moderno. Si ricostituisce il binomio scienziato-tecnico. (Pascal così scrive: "e così come non era in mio potere, anche con tutta la teoria immaginabile, eseguire da solo il mio stesso disegno senza l'aiuto di un operaio che conoscesse perfettamente l'uso del tornio, della lima e del martello per ridurre le parti della macchina alle misure e proporzioni che gli richiedevo secondo le regole teoriche, allo stesso modo è assolutamente impossibile per tutti i semplici artigiani, per quanto abili siano nella loro arte, mettere a punto un oggetto nuovo che consti - come questo - di movimenti complicati, senza l'aiuto di una persona che, grazie alle

regole teoriche, gli fornisca le misure e le proporzioni di tutti i pezzi dei quali esso deve comporsi" - la Macchina aritmetica 1645).

La scienza e gli scienziati rappresenteranno, a partire da questa rivoluzione, i prototipi del sapere certo, universale, rigoroso. La scienza rappresenterà il sapere autentico; nascerà l'ideologia del progresso fino ad una vera e propria celebrazione del sapere scientifico ed ad una "religione della scienza" che troverà nel positivismo il suo spazio teorico più efficace. Ma la rivoluzione scientifica trova il suo "credo" nella teoria del meccanicismo ed il suo "vate" in Newton. Questi si colloca in un periodo in cui le ricerche sperimentali preparano ad un'interpretazione del mondo fisico-matematico in analogia con la molteplicità degli studi condotti, producendo quell'immagine dell'universo che va sotto il nome di "fisica classica"<sup>6</sup>.

### **5 - Nuove cosmologie**

Copernico viene considerato, a ragione, l'iniziatore della rivoluzione scientifica nel campo astronomico. Il suo punto di partenza è un'ipotesi matematica: egli considera troppo complesso il sistema tolemaico ed ipotizza un universo il cui centro sia il sole (la terra, girando intorno a se stessa, procurerebbe il moto apparente del sole e degli altri pianeti). Si tratta ancora di un universo finito e limitato nello spazio (secondo il modello aristotelico che prevede il finito come perfetto e l'infinito come non completo e quindi imperfetto) che risponde a domande qualitative e non quantitative. Le orbite dei pianeti infatti sono circolari, perché il movimento circolare è perfetto (l'inizio coincide con la fine, sempre secondo il modello aristotelico), esistono le stelle fisse, oltre la terra esiste un mondo incorruttibile. Copernico comunque distrugge il sistema aristotelico-tolomaico, ma è bene chiarire che ne distrugge l'aspetto fisico (aristotelico), non il linguaggio matematico (tolomaico), che resta invece ancora saldo. Eppure, nel corso del sec. XVI, ebbe maggiore fama e migliore accoglienza il sistema proposto da Tycho Brahe. Si tratta di un sistema che salva la centralità della terra, ma esclude la centralità di tutto l'universo. Brahe ipotizza il sole come centro intorno al quale girano i pianeti; il sole a sua volta con i pianeti gira intorno alla terra. Si trattava di "salvare" la centralità della terra nel momento in cui, la messa in discussione di Aristotele-Tolomeo significava mettere in discussione anche la centralità dell'uomo ed il posto che il cristianesimo consolidato aveva dato alla creatura di Dio. Per questo motivo e, soprattutto, per le conseguenze che ne derivarono sul piano filosofico non meno che scientifico, etico non meno che teoretico in un momento storico di intransigenze ed intolleranze legate alla definitiva frattura della cristianità in Occidente, la rivoluzione astronomica andò molto al di là di una semplice teoria matematica (o fisico-matematica) coinvolgendo in modo diretto o indiretto tutte le certezze antiche e medievali verso un mondo che non aveva ancora trovato certezze alternative. Si tratta in definitiva di uno dei passi più importanti della cultura nell'occidente europeo. Non a caso uno studioso irlandese (Bury) nella sua "Storia dell'idea di progresso" pone il copernicanesimo come il primo trauma<sup>7</sup> che investirà l'uomo moderno nella sua storia (l'uomo non è al centro dell'universo).

### **6 - Finito, non-finito, infinito**

Il copernicanesimo risulta ancora legato ad una concezione dell'universo chiuso (finito). L'uomo copernicano ha perso la centralità dell'universo ma non ha perso la dimensione di un cosmo chiuso. Il passo successivo sarà costituito dalla dimensione dell'infinito.

---

<sup>6</sup> Scrive a questo proposito Pietro Rossi: "... la filosofia meccanicistica è un metodo di indagine affermatosi nel sec. XVII: essa si basa sul presupposto che l'universo naturale possa essere spiegato attraverso l'analogia con una macchina piuttosto che con un organismo e che gli elementi più idonei a tale spiegazione siano la materia e il movimento, la prima caratterizzata da dimensione e forma e il secondo definito da una serie di regole fondate sul principio di inerzia". Cfr. Pietro Rossi - *Storia della filosofia* - vol. III - Laterza - p. 165

<sup>7</sup> Il secondo trauma è dato dalla teoria darwiniana (l'uomo deriva dalla scimmia); il terzo ed ultimo dalla teoria freudiana (l'uomo non è padrone di sé).

Il tema dell'infinito, se si fa un'eccezione per la filosofia degli atomisti, resta, nel mondo classico, un limite dell'intelletto, un nulla impensabile, un inesistente (al di là del finito non c'è niente), Aristotele aveva ammesso un infinito in potenza, ma rifiutava un infinito in atto. La cultura medievale e la filosofia cristiana, che pure considerano Dio infinito, non sono riusciti ad elaborare un infinito concettuale.

Il rifiuto dell'infinito in atto da parte di Aristotele era strettamente legato ai problemi legati ai Paradossi di Zenone. Ma le concezioni dell'infinito/infinitesimo erano anche legate a due problemi sorti all'interno della trattazione Euclidea:

1. L'angolo di Contingenza (angolo formato da una circonferenza e da una sua retta tangente) come angolo più piccolo di qualsiasi angolo rettilineo piccolo a piacere (la dimostrazione di Euclide è "per assurdo");
2. Il postulato di Eudosso-Archimede (Date due grandezze A e B con  $A < B$ , esiste un numero naturale n tale che  $nA > B$ ) riguardante le grandezze geometriche.

Ora mentre l'angolo di Contingenza servirà ai matematici per costruirsi immagini mentali dell'infinitesimo, il Postulato di Eudosso-Archimede avrà invece il compito di esibire un contesto costruttivo dell'infinitamente grande (almeno nella sua formulazione diretta).

Sarà con Pascal che il Postulato di Eudosso-Archimede verrà visto nella sua formulazione inversa (Date due grandezze A, B, con  $A < B$ , esiste un numero naturale n tale che  $(1/n)B < A$ ) consentendo adesso la possibilità di costruire quantità infinitamente piccole.

Nel '400 un filosofo neoplatonico, Cusano, mette per la prima volta in discussione il tema del finito. La sua è una teoria puramente filosofica che nasce dall'esigenza tipica della filosofia neoplatonica di non costringere Dio in un ambito ristretto e circoscritto. Se Dio comprende tutto lo spazio, Egli è contemporaneamente il centro e la periferia di questo spazio. Allora l'universo ha il centro in ogni luogo e la circonferenza in nessun luogo. Di conseguenza la terra è uno dei centri dell'universo. Non si tratta ancora di un'idea dell'infinito ma piuttosto di un non-finito, di un "interminatum".

Sarà un altro filosofo, Bruno, ad elaborare nel '500 il concetto di infinito. Ed ancora una volta il punto di partenza è extra-scientifico. Lo studio dell'opera di Copernico stimola Bruno che ipotizza un universo senza limiti (Dio, infinito, esprime se stesso in modo infinito), uno spazio senza limiti, una infinità di vite, di mondi, di creature. Naturalmente occorrerà del tempo prima che l'intuizione di Bruno (filosofica) possa diventare tesi sperimentale (scientifica) e non è un caso che i contemporanei del filosofo accogliessero le tesi esposte con poco entusiasmo. Si aggiunga a ciò la reazione della chiesa nel momento in cui l'infinità dei mondi metteva in discussione il dogma dell'incarnazione (Dio si sarebbe incarnato infinite volte, essendo infiniti i mondi) e le estreme conseguenze culminate con la condanna a morte di Bruno, processato dal tribunale dell'Inquisizione. Oggi è comunque chiaro, anche se non sono dimostrate le tesi della pluralità di vite e di mondi, che la dimensione dell'infinito bruniano ha aperto le porte del mondo moderno e contemporaneo pur con le variabili degli ultimi risultati della fisica contemporanea (Einstein).

Ma le questioni riguardanti l'infinito/infinitesimo avranno una loro sistemazione soltanto nel 1800 quando Weierstrass e Dedekind daranno, attraverso una sistematizzazione dell'analisi classica, una grammatica dell'infinito potenziale. George Cantor poi, con la teoria degli Insiemi, fornirà una grammatica dell'infinito in atto.

Tutte le concezioni sull'infinito e sull'infinitesimo, recuperate dalla Fisica, dalla Filosofia, dalla Teologia, avranno adesso un riferimento più sicuro nella cultura occidentale.

## **7 - Ordine-necessità o ordine-contingenza ?**

Fra i grandi sistemi che si richiamano alle regole del razionalismo cartesiano, come risultati della rivoluzione scientifica, occorre citare quelli di Spinoza e Leibniz, per le diverse soluzioni che adottarono rispetto al tema dell'ordine dell'universo e della necessità o contingenza di tale ordine.

Spinoza (1632-1677), identifica Dio con la Natura (nel senso di mondo, cosmo) come autore dell'ordine matematico dell'universo. In sostanza il Dio di Spinoza è la natura stessa che risponde alle regole con cui essa si costituisce, cioè l'ordine oggettivo della cose. La conseguenza è che l'ordine della natura-Dio produce la necessità dei suoi atti. Ciò naturalmente esclude una visione provvidenziale e finalistica di Dio e dei suoi atti.

Leibniz (1646-1716) pur ammettendo un ordine nel mondo, rispondente alle verità logiche di identità e non contraddizione, ipotizza un mondo frutto della creazione di Dio e quindi contingente. Dio è libero nella sua scelta (poteva creare questo o altri mondi) pur mantenendosi entro l'ordine "matematico" di esso.

Penso che considerare il binomio ordine (matematico)-necessità, ovvero ordine (matematico)-contingenza, al di là della considerazione dei due filosofi, possa rappresentare un "nodo" entro il processo logico della teoria della scienza nel periodo XVI-XVII sec.

## **8 - Rapporto filosofia-scienza in seguito alla rivoluzione scientifica**

E' questo uno dei temi più interessanti.

La separazione soggetto-oggetto provoca una sorta di "rifondazione" della filosofia, che perde parte del suo patrimonio (la fisica, le scienze empiriche, l'astronomia) e si pone nei confronti dell'oggetto, e quindi della scienza ormai divenuta autonoma, in modo problematico ed incerto. Cartesio per esempio esalta il soggetto (cogito ergo sum) ma, per quanto tenti, è costretto a ricorrere a Dio per garantire le certezze che vengono dal mondo esterno; Spinoza esalta l'oggetto (Dio è la natura) e toglie al soggetto-uomo uno statuto privilegiato. Ma è soprattutto l'affermazione prorompente delle scienze dei sec. XVII e XVIII a proporre alla filosofia modelli interpretativi, linguaggi consoni al nuovo sapere. Il meccanicismo trionfante nel corso del '700 da una parte tende a sistematizzare matematicamente il newtonianesimo<sup>8</sup>, dall'altra ad uno studio sempre più approfondito della fisica e dell'indagine fisica (da cui nascerà la moderna chimica). L'Illuminismo e la conseguente settorializzazione del sapere (vedi Enciclopedia) producono ottimismo sul dominio dell'uomo sulla natura e contemporaneamente rendono credibile quell'ideologia del progresso che diverrà una costante del mondo contemporaneo.

In questo contesto sembra maturare una difficoltà, da parte della filosofia, a recuperare, epistemologicamente, il "credo" scientifico. Ne sono un esempio le filosofie di Leibniz, (che si può considerare come il coronamento del processo speculativo tendente ad un sapere universale); e di Hume, (che viceversa pretende di fondare tutto il sapere sull'empiria).

Leibniz pensa che il tutto oggetto dello scibile derivi dalla mente di Dio che ha armonicamente prestabilito il mondo. Se da questa teoria vogliamo ricavare una giustificazione della scienza, possiamo argomentare che tutto segue un ordine coerentemente stabilito, comprese le leggi della scienza e che il nostro sapere, universale e necessario, è già dato e predisposto; ovvero le proposizioni della scienza non arricchiscono il nostro patrimonio conoscitivo che risulta "a priori" rispetto alla stessa conoscenza. In termini non leibniziani si potrebbe dire che le leggi scientifiche sono dei dogmi che, scoperti, vengono accettati come tali.

---

<sup>8</sup>Nel senso del paradigma della matematica, considerato tale sino alla seconda metà dell'800, e cioè quello della Geometria Euclidea.

Hume è molto più drastico. Egli sostiene che tutto deriva dalle rappresentazioni empiriche ed aveva messo in discussione uno dei capisaldi della teoria del meccanicismo: la causalità. Hume pensa che ciò che erroneamente viene chiamato causa ed effetto non è una legge scientifica, ma solo una dimensione psicologica dovuta all'abitudine (siamo abituati a sentire il tuono dopo il lampo ed argomentiamo che il tuono è causa del lampo). In questo modo viene escluso un qualsiasi modello di sapere. In termini pratici ciò vuol dire che se voglio fondare la scienza sull'esperienza potrò sapere solo quello che è successo ma non potrò costruire una legge valida per esperienze future.

Le filosofie di Leibniz e Hume sembrano porre una frattura tra giustificazione teorica della scienza e processo scientifico; tra intelligibilità razionale della legge e valore della scienza come fatto certo ed indubitabile.

Il processo avviato con la rivoluzione scientifica sembra, alla fine del sec. XVIII, non trovare ancora nella filosofia una risposta adeguata, un linguaggio interpretativo, un modello di sapere fecondo e razionalmente coerente.

### **9 - Unificazione epistemologia-gnoseologia**

Il risultato filosofico più rilevante della rivoluzione scientifica è dovuto all'opera di Kant (1724-1804) che riesce a compiere, come lui stesso la definisce, una vera e propria rivoluzione copernicana nella filosofia.

Il punto di vista kantiano ribalta la prospettiva soggetto-oggetto nel senso che non occorre che la ragione (soggetto) si adatti alla realtà (oggetto) cercando di interpretarla, bensì è la realtà (oggetto) che si modella attraverso la categorie con cui la ragione (soggetto) la interpreta. In altre parole se l'uomo vede un oggetto come rosso è perché possiede la vista colorata e ciò gli permette di vederlo rosso; se l'uomo possedesse un organo visivo tale da fargli vedere la realtà in bianco e nero, vedrebbe l'oggetto grigio, ed il rosso sarebbe fuori dal suo patrimonio conoscitivo.

Ora per Kant la scienza è interpretabile dagli uomini, che possiedono tutti le stesse facoltà di "lettura", nel momento in cui riescono a pensare la realtà attraverso "categorie" che siano conformi all'utilizzazione che ne fanno.

E' notevole quindi considerare che per Kant l'oggettività del sapere trova luogo nella soggettività dell'uomo.

Se poi si esamina il processo gnoseologico possiamo constatare che Kant riesce a dare contemporaneamente validità alla scienza ed alla conoscenza partendo dal presupposto che non possono essere travalicati i limiti di una lettura fenomenica della realtà. In parole più semplici io posso conoscere il mondo fisico e posso studiarne le leggi in quanto omogenee al mio modo di pensare; non posso conoscere il mondo che non mi appare (Dio, l'anima) in quanto oltre le capacità e l'uso consentito alla ragione umana. La fisica e la matematica sono scienze, la metafisica non è scienza.

In questo modo Kant si pone al termine della rivoluzione scientifica giustificando il sapere acquisito in modo coerente con un'ipotesi di "lettura" filosofica. Naturalmente Kant pensa alla matematica a lui contemporanea, alla geometria Euclidea ed alla fisica meccanicistica e non si pone il problema di altre matematiche o di sistemi fisici diversi dal meccanicismo (e ciò può essere considerato un limite, soprattutto in considerazione del fatto che le prime forme di geometrie non euclidee sono coeve all'opera kantiana), ma resta definito in modo organico (alla fine del '700) il risultato della rivoluzione scientifica. Un grande teorico della filosofia della scienza (Geymonat) ha sostenuto che con Kant la filosofia porta a compimento nel suo campo la rivoluzione che Galileo aveva prodotto nel campo della fisica.



## **10 - La tendenza del Positivismo nel 1800**

Gli sviluppi della scienza nel corso del 1800 segnano il trionfo del meccanicismo come modello e lo sviluppo di matematica, geometria, chimica, biologia in ambiti di totale autonomia. Le risposte che la scienza riesce a dare in termini di efficacia e praticità induce ad un'esaltazione dei suoi metodi che tendono ad essere applicati ad ogni ramo del sapere (la psicologia e la sociologia sono tipiche scienze "positive" che trovano nella seconda metà del 1800 vari campi di applicazione). Il ripresentarsi dell'ideologia del progresso, l'ottimismo enfatizzato, la "fede" negli scienziati e nelle macchine, il tentativo di risolvere i "bisogni" dell'uomo, inducono a capovolgere il rapporto scienza-filosofia rispetto a quello maturato prima ed attraverso la rivoluzione scientifica. Ora la filosofia sembra avere il solo compito di organizzare e coordinare il sapere scientifico (l'unico possibile), recuperando da questo metodo di ricerca e principi comuni alle varie scienze. Il trionfo del positivismo sociale e soprattutto della teoria evoluzionistica rappresenteranno nella seconda metà del 1800 i poli di riferimento egemoni della cultura europea.

## **11 - Dalla matematica alle matematiche**

In questo percorso storico si matura il passaggio della matematica alle matematiche; cioè da un unico sistema (nel senso di modello, linguaggio) ad una polivalenza di sistemi.

La crisi dei fondamenti degli inizi del '900 ha consentito la riorganizzazione di parecchi linguaggi matematici che avevano avuto la luce anche in epoche molto lontane. Per la Matematica la rivoluzione scientifica avviene proprio adesso, nel senso che si ha la consapevolezza *delle Matematiche*. Sarà questa consapevolezza che, assieme alla consapevolezza delle altre scienze di considerare le matematiche linguaggi privilegiati per fare previsioni teorico-sperimentali, contribuirà poi alla Complessità della seconda metà del '900.

I linguaggi matematici e la loro riorganizzazione sintattico-semantiche porteranno ad un proliferare di plurali in altri linguaggi e discipline tali da indirizzare lo sviluppo del pensiero filosofico-scientifico del '900.

I linguaggi sistematizzati agli inizi del '900 sono sostanzialmente quelli maturati storicamente nel 1800 e che quindi hanno una solida base storico-semantiche. La stessa cosa non può dirsi per i linguaggi che, a partire dagli anni '30 con lo strutturalismo Bourbakista, saranno costruiti a partire da altri linguaggi matematici senza nessun collegamento semantico se non soltanto quello riferito teoricamente alla teoria ingenua degli insiemi (Modelli Semantici).

## **12. IL NOVECENTO**

Le filosofie del 1800 (idealismo e positivismo) propongono modelli interpretativi della realtà legati ad un ambiente storico ove la forza della ragione o del sapere scientifico si presentano come canoni di una conoscenza assoluta.

Non mancano autori, per così dire, in controtendenza (Kierkegaard, Schopenhauer e soprattutto Nietzsche), ma si tratta di filosofi isolati, che saranno apprezzati e pienamente valutati solo nel corso del XX secolo.

Nel corso del XIX secolo invece il mondo sembra proiettato verso un avvenire felice ed il sogno di una società tecnocratica sembra realizzabile entro quella "religione della scienza" che appare la via portante per risolvere definitivamente i malesseri dell'umanità.

Sarà una grande tragedia - la I guerra mondiale - a cancellare ogni ipotesi di progresso e di ottimismo, al punto che il nostro secolo può essere definito un secolo in cui il termine "crisi" ha attraversato ogni ambito del sapere costruito: Crisi della ragione, delle certezze, dei fondamenti, dei valori, della famiglia, dello stato, della religione, dell'arte, della musica, ecc. Sembra anzi che il senso della morte costituisca la dimensione finale della cultura occidentale.

Parallelamente la seconda metà del 1800 presenta un imponente aumento delle ricerche scientifiche ed un sempre più marcato declino delle teorizzazioni filosofiche non solamente in quelle nazioni, come Francia ed Inghilterra, tradizionalmente aperte alle "novità" della scienza per l'uso e le applicazioni che ne possono derivare, ma anche in Germania, che pure era stata la patria della filosofia contemporanea e degli ultimi sistemi filosofici.

Lo storico inglese Hobsbawm in un recente libro ha descritto il XX secolo come il "secolo breve", avendo questo inizio a partire dalla crisi dell'ideologia liberale in seguito all'impatto col suffragio universale del primo decennio del '900 fino agli eventi che hanno condotto alla I guerra mondiale, ed essendo terminato dopo la caduta del muro di Berlino e la messa in discussione della realizzazione del socialismo reale. Grosso modo si potrebbero citare due date: 1918-1989. Un secolo quindi di 70 anni molto breve, ma molto intenso. Secolo che, come detto, ha messo in discussione certezze acquisite, ideologie consolidate, utopie politiche, fede "religiosa" nel progresso.

In particolare il periodo tra le due guerre mondiali e soprattutto il secondo dopoguerra ha reso più evidenti, nella cultura occidentale, alcuni "nodi" cruciali della riflessione filosofica: il senso della vita, della scienza e della tecnica, della storia, ecc.

### ***Crisi delle certezze***

Se prendiamo le mosse dalla filosofia, possiamo citare l'opera assai significativa di Nietzsche, che, nella seconda metà del 1800, ha interpretato in modo molto suggestivo le tendenze della vita contemporanea<sup>9</sup>.

Nietzsche infatti, con atteggiamento illuminista, ha inteso smascherare la presunzione di tutte quelle costruzioni filosofiche che hanno caratterizzato il percorso dell'uomo a partire dall'indagine socratica fino alla presunzione positivista di potere comprendere il mondo attraverso leggi scientifiche. Distruzione di ogni certezza, morte di Dio, nichilismo come destino del mondo occidentale, angoscia come condizione dell'uomo e necessità di andare "oltre"<sup>10</sup>: questo il messaggio del filosofo tedesco, che sembra anticipare temi e problemi che caratterizzano il mondo contemporaneo.

La trasposizione della crisi delle certezze nel nostro secolo investe anche il mondo delle cosiddette scienze esatte a partire dalla matematica che pure aveva resistito per secoli nella illusione di un sapere analitico le cui conclusioni non potevano essere messe in discussione. Si pensi ad esempio alla portata culturale dei Teoremi di Gödel riguardanti l'impossibilità di un programma formalista e logicista delle Matematiche. Non solo comunque il mondo matematico, ma l'universo scientifico sembra non più adeguato alle capacità interpretative dell'uomo. Un proliferare di linguaggi, di modelli, di ipotesi ci fanno oggi parlare delle scienze al plurale: le matematiche, le fisiche, le biologie, le Logiche, ecc. [vedi appendice 1]. Manca in sostanza, oggi, una rotta sicura da seguire, come risultato di un patrimonio acquisito, per tempi sufficientemente lunghi.

Volendo seguire un itinerario del '900, prendiamo in considerazione alcune esperienze, alcuni dati, alcuni modelli, alcuni linguaggi che sembrano significativi.

---

<sup>9</sup> Scrive S. Moravia: "La crescente crisi dell'Umanesimo e dello storicismo moderno, il rinnovato dibattito intorno all'idea di fondamento e di razionalità, l'acuita sensibilità critica nei confronti dei miti e degli ideologismi dell'uomo d'oggi hanno riproposto all'attenzione della cultura odierna più sensibile l'opera (certo assai diseguale e spesso paradossale) di un filosofo in grado già alla fine dell'Ottocento di denunciare con straordinaria lucidità miti pregiudizi, illusioni e mistificazioni della coscienza contemporanea" (Moravia, *Filosofia*, vol. III, Le Monnier, p. 205)

<sup>10</sup> Gianni Vattimo ha tradotto il termine tedesco *Ueberschensch* con *Oltre-Uomo*, anziché con *Super-Uomo*, come nella tradizione, spesso assai negativa, con cui si è inteso il messaggio nietzschiano.

## **Realizzazioni nella cultura europea di unità epistemologiche**

Tralasciamo in questa sede le filosofie della prima metà del 1800 (neoidealismo, fenomenologia, esistenzialismo, pragmatismo, marxismo, spiritualismo, ecc.) e focalizziamo la nostra attenzione su ipotesi di unità epistemologiche, nella cultura europea.

Si possono individuare tre aree: quella anglosassone, quella francese, quella tedesca.[vedi Appendice 2]

Il modello epistemologico della *cultura anglosassone* è quello che si ricava dalla *filosofia analitica*. Questa si esprime in un empirismo che, richiamandosi al secondo Wittgenstein, propone una molteplicità di linguaggi (logici e soprattutto ordinari) caratterizzati dal loro "uso". J.O. Urmson riassume tale esigenza in due slogans: "Non cercate il significato, ma l'uso" e "Ogni asserzione ha la sua propria logica"<sup>11</sup>. Il che significa anche che la filosofia analitica non è interessata a problemi di carattere metodologico inerenti il rapporto scienza-conoscenza. Ma forse lo era più l'ambiente logico-matematico che attraverso la metalogica (vedi paragrafo successivo) ha la possibilità di indagare meglio sui livelli del linguaggio matematico e del linguaggio in generale. I paradossi sintattici e semantici hanno proprio lo scopo di mettere in evidenza i diversi livelli linguistici.

Il modello epistemologico della *cultura francese* può essere indicato nello *strutturalismo*. Contro lo storicismo e l'ideologia del progresso di stampo ottocentesco, la tendenza strutturalista rappresenta un metodo che "relaziona" tra loro gli oggetti in modo sincronico (cioè statico ed invariante) e non diacronico (cioè in termini di trasformazioni dinamiche)<sup>12</sup>.

Originariamente sviluppatosi in ambito linguistico (De Saussure), lo strutturalismo trova applicazioni in campo antropologico, matematico (Bourbaki), sociologico, psicologico nella pretesa di sostituire il proprio metodo di indagine (come visione scientifica del mondo) alla vecchie correnti filosofiche di derivazione umanistica. Nel campo matematico l'influenza strutturalista messa in relazione con quella della epistemologia genetica di J. Piaget ha avuto delle ripercussioni anche su modelli di insegnamento.

Il modello epistemologico della *cultura tedesca* può essere indicato nell'*ermeneutica*. Questa si presenta come teoria generale della comunicazione e come tale si presta ad un tentativo di unificazione metodologico.

Ermeneutica trova origine nel termine greco *Evrnhneija* (interpretazione, dichiarazione, spiegazione, espressione, facoltà di esprimere), e quindi dalla radice verbale *Evrnhnejuw* (traduco, faccio capire il pensiero, espongo, dichiaro, spiego) e sta a significare una disciplina preposta alla contestualizzazione e lettura di particolari testi. Originariamente assume il significato di analisi e comprensione del discorso (Aristotele) ed acquista particolare importanza a proposito dell'acquisizione delle verità contenute nella Sacre Scritture nel contesto del dibattito religioso anteriore e posteriore alla Riforma protestante, nonché nell'obbedienza alla legge (ed alla verità di essa) in ambito giuridico. A partire dal '700 il termine venne laicizzato, ampliando il discorso interpretativo al di là dei testi religiosi, fino ad investire, in tempi contemporanei, alla riflessione sul linguaggio (vedi Heidegger e, soprattutto, Gadamer). La corrente ermeneutica, che si muove sempre nell'ambito ristretto della filosofia e della storia, apre tuttavia uno spiraglio interessante dal punto di vista del problema della comprensione. La proliferazione dei linguaggi,

---

<sup>11</sup> Osservano Abbagnano-Fornero: "Il primo di questi slogans invita a chiarire non il significato analitico di un'asserzione, ma lo scopo per cui l'asserzione stessa è fatta; il secondo invita a rendersi conto che il linguaggio ha molti compiti e molti livelli e che quello della descrizione del mondo è uno soltanto e non l'unico al quali gli altri siano riducibili" (Abbagnano-Fornero, *Filosofi e filosofie nella storia*, vol. III, Paravia, p. 497)

<sup>12</sup> Scrive Giannantoni: "... lo strutturalismo pone a fondamento della sua ricerca il concetto di "struttura", di sistema, di totalità. Ciò significa ... che non sono gli elementi, i cosiddetti termini elementari, le singole parti, che costituiscono una struttura o un sistema, ma, al contrario, che è l'esistenza di strutture o sistemi che consente di individuare e comprendere i singoli termini, svelando le relazioni in cui essi si trovano e la funzione che essi svolgono". (Giannantoni, *La filosofia e le scienze contemporanee*, vol. III, Loescher, p. 592)

infatti, rende sempre più difficili le facoltà di comunicazione e di acquisizione anche del metodo scientifico.[vedi Appendice 3]

### ***Logicismo, Formalismo, Intuizionismo.***

La classificazione di queste tre aree di pensiero è storicamente accettata e corrisponde ai diversi modi di sistematizzare le matematiche secondo punti di vista differenti.

Classificazioni più dettagliate si potranno ritrovare nella Storia del Pensiero Filosofico e Scientifico di L. Geymonat.

Una considerazione preliminare va fatta. E' da tenere presente che i problemi che venivano fuori attraverso le Antinomie e i Paradossi erano legati ad una sistemazione del concetto di "Infinito" all'interno dei vari linguaggi matematici, dalla distinzione del piano sintattico da quello semantico e dalla incapacità di riconoscere i diversi piani logico-linguistici degli strumenti dell'argomentare come nel caso della Dimostrazione per Assurdo<sup>13</sup>.

**Logicismo** La Matematica si riconduce alla Logica. Nel 1884 Frege pone il problema della fondazione dei numeri Naturali tentando di dimostrare il carattere analitico dei giudizi aritmetici entrando in contrasto con Kant (giudizi sintetici a priori: proposizioni della matematica; giudizi analitici: Logica). Frege ha avuto il merito di avere stabilito, per la prima volta, un legame tra Matematica e Logica.

Il Logicismo viene poi affrontato da Russell il quale mette in evidenza il famoso Paradosso sugli Insiemi rivedendo il lavoro di Frege, il cui superamento doveva essere costituito dalla Teoria dei Tipi. Nella teoria ramificata dei Tipi non si può parlare di numeri Reali che soddisfino ad una certa condizione ma soltanto di tutti i Reali di un dato ordine che soddisfano quella condizione. Il tentativo del Logicismo non riesce a fornire una sistematizzazione delle matematiche. Lo studio della Logica era ancora agli inizi.

Elementi caratterizzanti il Logicismo:

- accettazione dell'infinito in atto;
- uso indiscriminato della dimostrazione per assurdo.

**Formalismo** In questa corrente Hilbert è l'esponente più significativo. Effettua una rifondazione critica degli Elementi di Euclide<sup>14</sup> evidenziandone l'aspetto ipotetico-deduttivo. La novità importante è quella di avere inserito la "dimostrazione" negli oggetti matematici.

Va anche inserita la "Teoria assiomatica degli Insiemi"<sup>15</sup>. L'infinito diviene un assioma. Si esclude il Paradosso di Russell sull'Insieme di tutti gli Insiemi ma non si riescono a definire i transfiniti di Cantor. L'introduzione di un assioma che permetta la potenza ultraprodotto permetterà successivamente la possibilità di definire i transfiniti. Vi è sempre la difficoltà di poter definire livelli logico-linguistici via via più ampi.

**Intuizionismo** L'esponente di spicco di questa corrente fu Brouwer il quale accettava una Matematica finitista. E cioè

- non accettazione delle dimostrazioni per assurdo (negazione del principio del terzo escluso);

---

<sup>13</sup>Nel momento in cui si considera l'espressione "Supponiamo falsa la tesi" ci veniamo a trovare in un livello Logico-linguistico differente rispetto alla possibilità di poter dedurre costruttivamente. Ed è per questo che gli Intuizionisti non accettarono questo tipo di dimostrazione. E per lo stesso motivo gli intuizionisti non accettarono l'infinito, in quanto ci porta quasi sempre a situazioni di autoreferenzialità.

<sup>14</sup>D.Hilbert, *Fondamenti della geometria*, Feltrinelli, Milano, 1970. (Grünlangen der Geometrie)

<sup>15</sup>P.J.Cohen, *La teoria degli insiemi e l'ipotesi del continuo*, Feltrinelli, Milano, 1973.

- non accettazione dell'infinito in atto.

Questa corrente ha avuto il pregio di mettere in evidenza quelle parti di matematica che potevano essere *costruite* seguendo i due principi suddetti. Numerosi sono stati i matematici che hanno seguito questa impostazione. Le osservazioni di Brouwer erano legate al fatto che l'accettare questi principi portava a contraddizioni in alcuni settori della matematica. Evidentemente l'accettazione dei due principi invece porta a strumenti dimostrativi più veloci ed a volte più eleganti. Le teorie di Cantor e Dedekind non venivano accettate

Queste tre correnti di pensiero avevano messo in evidenza i problemi legati al rapporto Logica-Linguaggio nel momento in cui dovevano definire l'infinito. D'altro canto l'infinito consente alle matematiche di poter procedere molto più agevolmente nel tentativo di risolvere ampie classi di problemi.

Bisognava in qualche modo superare queste posizioni. In particolare il formalismo ed il logicismo avevano in comune molte più caratteristiche di quanto non fossero le loro differenze. E comunque queste tre correnti di pensiero avevano messo in evidenza degli aspetti importanti delle Matematiche.

Il Logico e Filosofo della matematica Hao Wang sostiene che sono confluiti, nella seconda metà del '900, nella **metalogica**:

<b>Metodo</b>	Sul programma formalista si analizzano le questioni di completezza e coerenza che verranno chiamati <i>metamatematica (o teoria della dimostrazione)</i> . In questa parte saranno poi studiati i Modelli Sintattici e i Modelli Astratti (rifondazione dei Brouweristi delle Matematiche sulla base semantica degli insiemi).
<b>Assiomatico</b>	
<b>Logica</b>	Calcolo dei predicati del 1° ordine. Teoria assiomatica degli insiemi (calcolo predicativo di ordine superiore). Studio dei sistemi formali e linguaggi formali in generale.
<b>Semiotica</b>	Scienza generale dei segni e dei linguaggi strutturata in tre parti: Sintassi (si studiano le relazioni tra le espressioni); semantica (si analizzano le espressioni e i loro significati); pragmatica (si fa riferimento a chi usa il linguaggio). Sintassi e Semantica sono studiate all'interno della comunità dei Logici e Matematici, la Pragmatica, di difficile trattazione formale, non viene presa in considerazione in questo contesto.

Questi aspetti della metalogica vengono messi in relazione con il positivismo logico ed ancora con il neopositivismo logico.

“Così, un ramo della scienza assume un linguaggio formale in cui trovano posto formule logicamente vere e formule vere di fatto: le prime hanno un campo di validità logica universale, mentre le altre hanno un campo di validità più ristretto; grosso modo, il campo di validità logica di una formula è l'insieme di tutti i mondi possibili in cui essa è vera. Si pensava che il successo ottenuto dalla metalogica nelle discipline matematiche si potesse trasferire alla fisica e perfino alla biologia o alla psicologia.”<sup>16</sup>

### **Relazione scienziato-tecnico**

Il mondo contemporaneo presenta un carattere di progresso scientifico di carattere globale. I singoli settori del sapere cioè tendono ad influenzarsi vicendevolmente (i successi di una disciplina vengono

---

<sup>16</sup> Cfr. Hao Wang, *Dalla matematica alla filosofia*, Boringhieri, Torino, 1984, p. 184.

utilizzati da un'altra), le nuove tecnologie mettono a disposizione delle varie scienze materiali ed apparecchi che ne determinano un ulteriore progresso.

In quest'ottica si ripresenta nel mondo contemporaneo in modo diverso la relazione scienziato-tecnico già presente dopo la rivoluzione scientifica. Ora il binomio è ricerca scientifica pura - scienza applicata nel senso che i tecnici sfruttano nel mondo della produzione il lavoro degli scienziati. C'è da notare tuttavia che, come scrive Geymonat, "il riconoscimento ufficiale della posizione di netta superiorità spettante alla "scienza pura" rispetto alla tecnica fornisce, nel contempo, agli scienziati un alibi per disinteressarsi o fingere di disinteressarsi del modo come le loro scoperte vengono utilizzate e a vantaggio di chi. La cosa essenziale appariva, ai loro occhi, che la società fornisse sempre nuovi mezzi ai ricercatori per compiere le loro più difficili indagini, e che riconoscesse i meriti dei più bravi e li additasse all'ammirazione generale" <sup>17</sup>

Si presenta in tal modo un problema "storico" e cioè quello dell'autonomia dello scienziato, nel mondo post industriale sempre più dipendente dai poteri economici e politici in cui si iscrive la ricerca.

### **Il metodo**

Nel mondo contemporaneo il tema epistemologico (e di conseguenza il problema del metodo) ha assunto aspetti di rilievo a partire dall'analisi di Popper. Questi ripropone, nel contesto storico del '900, uno dei temi più fecondi nella storia del pensiero e cioè quello di porre un limite alle capacità di indagine della ragione, oltre il quale non è lecito avventurarsi. Si tratta cioè dello stesso problema delle filosofie di Locke e di Kant, filtrato però dalle esperienze del pensiero contemporaneo e soprattutto dall'epistemologia neopositivista. Ora, se il punto di riferimento di Kant era costituito, dal punto di vista della scienza, dal meccanicismo newtoniano, quello di Popper si rivolge allo "smascheramento" delle certezze implicite nella teoria di Newton ad opera dell'analisi teorica delle teorie fisiche contemporanee, in primo luogo alla relatività di Einstein. In altre parole si tratta di porre un confine tra ciò che nella e della scienza può essere accertato (per esempio attraverso prove empiriche o criteri di verificabilità) e la fondatezza dei principi teorici. Ora, poiché per Popper nessun fatto può verificare una teoria (secondo la constatazione induttivista che prevede sempre un numero finito di verifiche, di contro al numero infinito di applicazioni teoriche), il confine tra scienza e non scienza è reso valido dal principio di falsificabilità, secondo il quale una teoria si può definire scientifica quando può essere smentita potenzialmente da osservazioni empiriche in contrapposizione con altre possibili.

Lo stesso problema interessa le analisi teoriche di Kuhn e Lakatos; per il primo la scienza, ben lungi dal volere produrre un criterio di verità, progredisce attraverso periodi che l'allontanano da stadi primitivi di ricerca non necessariamente tendenti verso una meta assoluta da raggiungere. Ciò avviene quando un modello (che Kuhn indica con il termine di "paradigma") viene sostituito da un altro che risponde meglio alle esigenze degli avvenuti cambiamenti. Per Lakatos invece un "programma di ricerca scientifico" è tale quando ad un "nucleo" teorico (cioè un'ipotesi convenzionale accettata in modo provvisorio) si accompagna un'euristica positiva" (cioè una metodologia nell'individuazione, soluzione, ricerca, anomalie dei problemi da affrontare); che forma, attorno al "nucleo", una "cintura protettiva" tale da rendere valido lo stesso programma di ricerca. Nel momento in cui esistessero due programmi di ricerca rivali, la scelta deve concentrarsi su quello "progressivo", che viene individuato come il metodo che presenta una accelerazione del processo teorico, rispetto a quello "regressivo", che viceversa presenta un'anticipazione dei "fatti" sulla teoria.

---

<sup>17</sup> Geymonat, *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, vol. V, Garzanti, p.9. Cfr. a questo proposito anche il testo di Marcello Cini "L'ape e l'architetto", che ha provocato un interessante dibattito intorno alla metà degli anni '70 sulla libertà di ricerca dello scienziato da Galilei ad oggi.

Ciò che pare interessante notare è che crolla, rispetto all'analisi del secolo scorso, il rapporto gnoseologia-epistemologia, nel senso che il processo conoscitivo risulta indipendente dalla "vittoria" di una teoria della scienza sull'altra. Si tratta in sostanza di un'ulteriore crisi di certezze e, soprattutto di abbandono dell'ipotesi di coniugare il processo di acquisizione del sapere con le leggi con cui è possibile interpretare la realtà oggettiva.

Tale sviluppo è presente nell'analisi di Feyerabend, con cui è lecito parlare di anarchia della metodologia secondo il principio. "tutto può andar bene". Questi infatti tende a dimostrare che non esiste alcun metodo né un insieme di regole che caratterizzano il processo scientifico. E' la radicalizzazione della negazione di qualsiasi processo gnoseologico in relazione al sapere scientifico più o meno verificato o verificabile. È la radicalizzazione non metodologica della crisi delle certezze.

Anche se altri autori contemporanei hanno tentato di smorzare tale teorizzazione, (per es. Laudan, Perelman, Rorty), è da considerare che lo scetticismo attualmente in auge non sembra aprire percorsi esplorabili.

Già con Tarski, attraverso la relativizzazione del concetto di Verità rispetto al sistema formale che viene preso in considerazione, ci si cominciava ad accontentarsi di verità relative ad un determinato contesto. Ma anche riguardo al metodo vi è una sorta di visione relativa, nel senso che non esiste un metodo universale ma bisogna utilizzare il metodo come uno *strumento*. In alcuni contesti funziona, in altri no.

Forse chi riesce ancora a fare da padrone è ancora il linguaggio, ma anche questo, come abbiamo visto prima riguardo alla soluzione *metalogica*, ha due grandi problemi aperti:

- i teoremi di Gödel sulla limitazione sintattica dei sistemi formali;
- la impossibilità attuale di imbrigliare la *Pragmatica*.

Bisogna accontentarsi di sintesi parziali e locali per accettare la pluralità irriducibile dei punti di vista?

Quale eredità il XX secolo lascia al XXI?

## Appendice 1

### MODELLI, METODO E LINGUAGGI.

'800	'900
<b>Matematica</b>	<b>Teoria degli Insiemi: una grammatica per l'infinito attuale (Cantor);</b> <b>Aritmetizzazione dell'Analisi: Dedekind, Weierstrass.</b> <b>Matematiche: Crisi dei Fondamenti:</b> <b>- Logicismo (Russell);</b> <b>- Formalismo (Hilbert);</b> <b>- Intuizionismo (Brouwer).</b> <b>- Bourbakismo.</b>
<b>Biologia</b>	<b>Manipolazione Genetica, i DNA</b>

<i>Cosmologia</i>	<i>Big-Bang, Teoria Creazionista</i>
<i>Metodo Epistemologia</i>	- <i>Popper (Falsificazionismo)</i> - <i>Kuhn (I paradigmi scientifici)</i> - <i>Lakatos (Competizione e adattamento dei programmi di ricerca);</i> - <i>Feyerabend (Contro il metodo);</i> - <i>Bachelard (rottura epistemologica e ostacolo epistemologico)</i>
<i>Ideologie</i>	<i>Crollo (non morte) delle ideologie.</i>
<i>Etiche</i>	<i>Bioetica</i>
<i>Linguaggio (vedi lucido)</i>	<i>Linguaggi: Wittgenstein, Heidegger, Gadamer, Semiotica, Chomsky.</i>
<i>Teologia</i>	<i>Teologie: della liberazione, della speranza, ecc.</i>
<i>Filosofia</i>	<i>Scienze Umane ?</i>

## Appendice 2

### REALIZZAZIONI NELLA CULTURA EUROPEA DI UNITA' EPISTEMOLOGICHE:

<i>Cultura Anglosassone</i>	<i>Filosofia Analitica (neoempirismo):</i> <i>a)Empirismo oxoniense (linguaggio ordinario);</i> <i>b)Empirismo logico (*) (neopositivismo) (linguaggio scientifico).</i> <i>La Logica come sistema unificatore delle Scienze.</i>
<i>Cultura Francese</i>	<i>Strutturalismo: Tutte le manifestazioni della vita umana quali espressioni di una struttura inconscia pre-riflessiva e collettiva determinabile secondo rigorose leggi scientifiche.</i> - <i>massima formalizzazione (Matematica)</i> - <i>primato dell'attività combinatoria;</i> - <i>accentuazione degli aspetti sincronici piuttosto che diacronici (storici) della conoscenza.</i>



<i>Cultura Tedesca</i>	<i>Ermeneutica (<b>Er</b> <b>mh</b> <b>neia</b>): Interpretazione, dichiarazione, spiegazione, espressione, facoltà di esprimere. -Verbo: traduco, faccio capire il pensiero, espongo, dichiaro, spiego. Disciplina preposta alla contestualizzazione e lettura di particolari testi.</i>
------------------------	---

(\*) neopositivismo

