

# MATEMATICA

## E NUOVO UMANESIMO

La vera matematica moderna è l'esempio vivente di una avventura intellettuale entusiasmante nella quale la fantasia e la logica, la formalizzazione rigorosa e le facoltà che si potrebbero chiamare poetiche, si danno la mano per una costruzione armonica di uno splendido edificio di pensiero

di Carlo Felice Manara

**Q**UANDO si parla di un « nuovo » umanesimo vengono alla mente molti interrogativi, alcuni dei quali dovrebbero almeno essere esaminati in via pregiudiziale prima di proseguire la discussione. Anzitutto, come mai si parla di un « nuovo » umanesimo? E, dato che questo esista, che significato e che posto ha nella cultura del nostro tempo? Vediamo di esaminare un poco questi interrogativi, cercando di dare ad essi una risposta per quanto possibile coerente e costruttiva.

Forse si dovrebbe parlare di un unico *umanesimo*, di un umanesimo senza aggettivi, perché in questa luce molte delle questioni che sono sul tappeto si risolvono praticamente da sé. Si noti infatti che, visto in modo molto approssimativo, il movimento dell'umanesimo (di quello che si considera abitualmente come tale, almeno nella accezione comune dei manuali di storia) appare come un movimento irreversibile e di valore universale del pensiero umano. Gli aspetti che più interessa qui considerare di questo umanesimo sono quelli che lo riguardano in quanto movimento di indipendenza di pensiero: con l'umanesimo infatti il pensiero laico assumeva una sua personalità ed una sua responsabilità, e soprattutto acquistava una sua indipendenza; si svincolava cioè dalla dipendenza dal pensiero teologico e conquistava un diritto a darsi una sua struttura ed una sua metodologia. Mi si permetta di dire a questo punto che un movimento cosiffatto era necessariamente di vantaggio non soltanto al pensiero laico, ma anche al pensiero teologico ed a un retto fondamento del sentimento religioso; invero il pensiero teologico, sollevato dalla responsabilità di fondare e difendere il pensiero scientifico, poteva dedicarsi a quello che è il suo oggetto principale; avveniva così un fenomeno del tutto analogo a quello che si è verificato molti secoli più tardi con la caduta del potere temporale dei papi; la perdita di una parvenza di potere materiale ha conferito al papato, e di conseguenza anche alla Chiesa come società divina, un altissimo prestigio spirituale, come neppure si poteva pensare con le istituzioni precedenti, legate alla necessità materiale di svolgere una determinata politica, profondamente e necessariamente inserita nella politica temporale e mondana del mondo in cui viviamo. Credo che nessun cristiano in buona fede si possa augurare oggi un ritorno alla situazione che si aveva

prima della caduta del potere temporale, così come nessun cristiano che abbia un minimo di cultura e di sensibilità al pensiero moderno può augurarsi un ritorno al pensiero delle « Summae » medioevali, che comprendevano in una fittizia unità tutto lo scibile allora noto. Invero una unità di questo tipo era ottenuta soltanto per la ristrettezza delle conoscenze specifiche e soprattutto con una forzatura dei metodi e delle impostazioni, forzatura che necessariamente doveva riflettersi su tutta la vita della società nella quale avveniva.

Come abbiamo già detto, la evoluzione originata dall'umanesimo è una evoluzione irreversibile, perché va nel senso del progresso obiettivo del sapere e della maturazione del pensiero umano. Pertanto il giudizio sulla superiorità di una situazione come quella moderna non è basato su soli argomenti storicistici, ma anche su considerazioni che crediamo obbiettive perché hanno una validità anche fuori delle condizioni relative ai tempi ed alle situazioni particolari. Notiamo tuttavia che la situazione di indipendenza non va necessariamente aggregata alla rivolta contro il pensiero religioso; se anche storicamente le cose sono andate in questo senso, ciò non significa che si tratti di una situazione necessaria ed indispensabile; che anzi si potrebbero evitare dispersioni di energia e dolori innumerevoli se si badasse sempre alla essenza delle cose, senza insistere nel difendere delle trincee che, pur avendo avuto un determinato ed innegabile valore, sono tuttavia non difendibili di fronte all'avanzare compatto ed inarrestabile di tutta la frontiera del sapere.

### Evoluzione storica del concetto di umanesimo

La situazione della scienza nell'epoca in cui si verificava il risveglio dell'umanesimo faceva sì tuttavia che tale movimento si manifestasse principalmente come un rivalutarsi delle « litterae humanae » di fronte alla scienza divina. Si potrebbe dire che a quei tempi la frontiera più avanzata della scienza profana passava attraverso le letterature classiche, che volevano avere una loro vita all'infuori delle sacre scritture e dello studio delle scienze divine.

E' uno strano fenomeno storico quello che ci porta a constatare che, nel volgere dei secoli, la espressione « umanesimo » nel linguaggio

colto ha acquistato sempre di più la accezione di cultura strettamente letteraria, ponendosi poi a contrasto con la scienza quando quest'ultima veniva a conquistare faticosamente una sua maturità. Non sto a ricordare il significato della crisi galileiana del metodo, che fece giungere ad uno stadio acuto il conflitto latente fra le varie tendenze e faceva anche maturare una situazione di contrasto tra uomini che avevano l'abitudine di certo modo di ragionare e la nuova scienza che muoveva i primi passi nel suo cammino inarrestabile. Voglio invece alludere a situazioni che sono molto più vicine a noi e che riflettono certe cristallizzazioni di pensiero che non fanno onore al nostro tempo. E' un fatto che oggi è stata messa in vista una situazione di contrasto fra le tendenze di un umanesimo in certo modo cristallizzato e quelle del pensiero scientifico; il successo di un libro recente, che parla addirittura di « due culture », è dovuto, più che ad una sua intrinseca validità, al fatto che esso rappresenta una voce che raccoglie in certo senso quelle questioni che « sono nell'aria » e che fa precipitare una situazione che è già pronta da molto tempo per una operazione di questo genere. Difficile sarebbe oggi ricostruire il cammino storico lungo il quale il termine « umanesimo », da un pensiero essenzialmente libero e liberatore, è passato ad indicare una cultura strettamente letteraria e che segue una metodologia ed un linguaggio puramente verbale. Resta tuttavia indubitabile il fatto che noi troviamo una tale accezione nella cultura del sec. XIX, secolo nel quale si sono in certo modo cristallizzate certe forme di vita sociale e culturale, delle quali noi ancora viviamo l'eredità. La mentalità della società borghese del sec. XIX e dei primi decenni del secolo in cui viviamo aveva ereditato molto probabilmente una visione della cultura come di una attività di ricchi, ricalcando in questo suo atteggiamento la mentalità dei latini, per i quali lo studio era « otium », per i quali ogni attività materiale era considerata indegna di uomini liberi ed il pensatore doveva dare gratis il suo contributo, per la sola ricerca di una sorte di nobiltà intellettuale fine a se stessa, potendo egli vivere di rendita propria o dei contributi di un mecenate (che sfruttava a sua volta il lavoro mal retribuito di altri). Noi troviamo dei residui tenacemente viventi di questa mentalità presso molti strati della popolazione anche del nostro paese ed ai nostri

tempi; quante persone incolte, per es., avviano agli studi superiori i loro figli semplicemente per la conquista di uno « status » sociale; quanta parte vi è nella stima di certe popolazioni della nostra penisola per l'avvocato che, in certo modo, è capace quasi magicamente di produrre denaro (cioè ricchezza, nella mentalità corrente) con la sola parola, a contrasto con i poveri diavoli che, per produrre denaro, devono « faticare ».

Questa evoluzione di carattere socio-culturale venne accompagnata anche da un'altra evoluzione della stessa concezione dell'umanesimo nella sua concretezza didattica. Né sembri che questo sia un aspetto per così dire minore del fenomeno culturale, perché ovviamente, nella maggior parte dei casi, ciò che noi impariamo lo impariamo dalla scuola, che condiziona con i suoi metodi ed i suoi programmi la mentalità di molti individui, probabilmente di quelli che costituiscono la maggioranza della cosiddetta società colta.

Il fenomeno a cui alludo è quello che si potrebbe chiamare della fossilizzazione grammaticale-filologica della cultura umanistica. Questa fossilizzazione, che appare come una **degenerazione ultima di un pensiero libero, ha un aspetto** che si presenta anzitutto come l'insistenza sull'atteggiamento filologico dell'insegnamento di una certa massa di conoscenze che viene chiamata arbitrariamente « cultura umanistica ». Sono nate da questa fossilizzazione le varie idee correnti che insistono sulla esclusiva capacità « formativa » dello studio del latino e del greco per la educazione dei giovani; ci è capitato, per es., tempo fa, di udire degli autorevoli rappresentanti di una cultura umanistica così concepita affermare seriamente che soltanto con la conoscenza diretta della lingua latina e della lingua greca si può capire la civiltà greco-romana nel suo vero spirito e che naturalmente questa civiltà greco-romana è la radice di ogni altra civiltà. Ovviamente tutto questo entusiasmo per la civiltà greco-romana non ha come oggetto tale civiltà nella sua vera consistenza, ma soltanto una certa immagine convenzionale e stereotipa di questa, come ci viene tramandata da una tradizione manualistica ormai insopprimibile. Così si ha, per es., che la lingua latina, che viene così frequentemente considerata come la materia principe per la formazione mentale e culturale dei giovani, è praticamente insegnata in uno dei suoi momenti, cioè nella lingua dell'età di Cesare e di Cicerone, sopprimendo interi secoli di storia letteraria, quando la lingua latina è stata viva e con ben altra fisionomia. Lo stesso è avvenuto per secoli, quando la filosofia greca è stata considerata come impersonata in Aristotele, trascurando così una massa di lavoro intellettuale e una enorme quantità di sfumature di pensiero.

Accanto a questa cristallizzazione della immagine della civiltà, dalla quale (siamo pronti ad ammetterlo) buona parte del nostro modo di vivere ha preso origine, sta poi come atteggiamento correlativo una specie di disprezzo del pensiero scientifico, che non trova posto nei suoi veri valori presso la mentalità di qualcuno. Forse in questa situazione ha una grande responsabilità la filosofia gentiliana, che ha informato dei suoi principi quella riforma delle scuole italiane e che ha preso appunto il nome da quel

ministro e capo-scuola di filosofia e — almeno entro certi limiti — accettato ideologicamente del regime fascista. Purtroppo nel sistema filosofico di questa corrente (e anche di altre, come per es. il pensiero crociano) la scienza veniva liquidata sbrigativamente come un sistema di « pseudo concetti » e correlativamente veniva considerata come formativa dell'uomo soltanto una cultura che avesse i caratteri dell'umanesimo letterario come lo abbiamo brevemente descritto.

Non sto qui ad esaminare quanta parte abbia avuto un atteggiamento di questo genere nel determinare la chiusura provinciale del nostro pensiero e di una certa arretratezza della civiltà scientifica italiana. Il danno apportato alla nostra cultura, alla nostra scienza ed alla nostra civiltà dal prevalere di una dottrina di questo tipo si va scoprendo ogni giorno di più; ma è singolare rilevare come esistano ancora vari difensori di questo atteggiamento culturale ed educativo, anche se dichiarano di non accettare la filosofia idealistica e le dottrine politiche che su di essa si fondavano o dicevano di fondarsi.

### Scienza e umanesimo

Ci rimane quindi il compito di risalire la corrente e di cercare di costruire qualche cosa di nuovo, che nel campo culturale tenga conto di una evoluzione di pensiero che sta avvenendo sotto i nostri occhi e nel campo umano tenga conto del dovere di travasare la situazione culturale nella vita della società. Per quanto riguarda il campo culturale, è chiaro che non è possibile chiudere gli occhi di fronte ad un fatto macroscopico e fondamentale nel nostro tempo; la importanza della scienza e del pensiero scientifico, importanza che si fa sempre più evidente col passare dei giorni.

E' infatti indubitabile che, nel nostro tempo e nella nostra società, la tecnica ha una importanza che si rivela ormai vitale; e, si badi, non soltanto la tecnica che permette la cosiddetta civiltà opulenta, o il neo-capitalismo o la civiltà meccanica con tutti i suoi vantaggi, i suoi pericoli e le schiavitù che comporta, ma la tecnica come solo mezzo che, almeno nel campo materiale, può portare alla migliore suddivisione delle risorse, ad unire i popoli, a dare una vita migliore e più giusta a tutti gli uomini, a realizzare, in una parola, quella fraternità che viene spesso predicata ed invocata ma così raramente praticata. E' ben vero che la fraternità, la giustizia, la pace sono dei beni che non possono essere frutto della sola tecnica, perché sono dei beni che si rifanno alla categoria delle virtù, cioè al libero comportamento umano di fronte al bene e al male. Ma è anche vero che la tecnica può fornire alla buona volontà dell'uomo dei mezzi insostituibili per poter raggiungere, o almeno iniziare, il cammino verso quella meta che desideriamo tutti. Così come, purtroppo, può anche fornire armi e mezzi non mai immaginati per uccidere, sopprimere, torturare, fare la guerra. Ma questo crescere continuo del dominio dell'uomo sulla natura è oggi reso possibile soltanto da un pensiero scientifico che, dall'esser pura contemplazione e ricchezza interiore di pochi, così come era una volta, sta passando ad assumere il posto di una guida

cosciente e diretta della tecnica, un fatto sociale di importanza mai vista prima.

In questa circostanza si può intravedere la caratteristica fondamentale del tempo in cui viviamo, circostanza che quindi non deve essere assolutamente dimenticata se si vuole tentare di ricostruire un umanesimo nuovo, che sia l'umanesimo espresso dal mondo di oggi, dal suo pensiero e dalla sua cultura e quindi sia costruito per l'uomo di oggi. Come abbiamo già detto, è chiaro che non si dovrebbe parlare di « due culture » o di unificazione delle culture, perché ovviamente per cultura si intende non una somma statica di conoscenze scelte con criteri aprioristici, ma un atteggiamento di pensiero e d'animo che guida alla coscienza della solidarietà con tutta l'umanità, al di là ed al di fuori dei confini dello spazio e del tempo. Se invero c'è un valore nella formazione umanistica (nel senso classico della parola) bene intesa, questo consiste nella educazione ad apprezzare i classici del pensiero e dell'arte, come uomini che hanno risolto dei problemi di valore universale o che hanno trovato dei modi di espressione artistica che sono ancora vivi oggi, perché fanno appello a quanto c'è di fondamentale in ogni uomo, indipendentemente dal fatto che egli vive in un determinato periodo di tempo ed in un certo punto della superficie terrestre. Questa unità della cultura e del pensiero occorrerà ricostruire se si vorrà ricostruire un umanesimo nuovo, oppure, come preferirei dire, se si vuole rendere vivo l'umanesimo che è l'umanesimo di sempre, quando lo si pensi svincolato da particolari circostanze storiche o da condizionamenti culturali e metodologici.

### La matematica fondamento della scienza

In questa prospettiva di un umanesimo vivo, che dà alla scienza il posto che le compete nel pensiero e nel mondo di oggi, ovviamente la matematica ha un posto particolare. E dico questo non per una specie di patriottismo di materia, ma perché penso che effettivamente la matematica sia una delle strutture fondamentali della scienza e del pensiero moderno.

Invero si vede agevolmente che ha ragione chi riconosce la essenza della crisi rinascimentale della scienza (crisi che ha dato origine alla scienza moderna) nel passaggio del pensiero scientifico dalla tutela della metafisica intesa come « scientia rectrix » a quella della matematica. Tra i tanti testi che si potrebbero dare a sostegno di questa tesi, ricorderemo qui soltanto quello giustamente famoso del « Saggiatore » di Galileo nel quale egli afferma, come è noto, che « la filosofia è scritta in questo grandissimo libro della natura che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua e conoscer i caratteri, ne quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto ».

Troviamo enunciato in questo passo galileiano un fatto che non sarà mai abbastan-

za meditato: cioè che la matematica rende effettiva la intelligibilità del mondo reale e fornisce gli schemi ed il linguaggio nel quale deve esprimersi la scienza se vuole essere degna di un tale nome. E quando diciamo « linguaggio » vogliamo intendere non soltanto le parole ed i simboli per esprimersi, ma ancora di più la metodologia, la struttura portante del pensiero, l'inquadramento logico di quella che è l'intera intelaiatura della scienza. Dobbiamo però intenderci su che cosa vogliamo indicare quando parliamo di « matematica », perché in molti uomini, anche del resto colti, rimane una idea della matematica che non è assolutamente quella che si adatta a rendere il concetto che qui vogliamo esprimere.

Per poter essere più chiari, occorre fare una analisi di carattere storico anche se molto sommaria ed approssimativa, del pensiero matematico. Rifacciamoci a tal fine alla scienza del sec. XVII, ai grandi nomi di Leibniz e Newton ed a quelle generazioni che crearono il calcolo infinitesimale moderno. E' noto che questi grandi creatori di pensiero si trovarono di fronte a problemi che mai prima erano stati affrontati, con tanta ampiezza di vedute e tanto coraggio, voglio dire i problemi dell'infinito e dell'infinitesimo; si trovarono di fronte alla necessità di dominare l'infinitamente grande e l'infinitamente piccolo. Le prime generazioni affrontarono questi problemi con spirito che potremmo chiamare di pioniere e di eroi e ne uscirono con scoperte formidabili, ma anche con impostazioni che talvolta poco lasciavano al rigore logico, per appellarsi invece alla immaginazione ed alla intuizione.

Nella prima metà del sec. XIX la matematica affrontò il grandioso problema della sistemazione logica di tutto quel corpo di dottrina che gli iniziatori avevano lasciato. Assistiamo così ad un fenomeno storico interessantissimo: l'intero edificio della matematica viene per così dire smontato pezzo per pezzo dai fastigi più alti ai fondamenti. Si incomincia infatti la critica logica dal calcolo infinitesimale per giungere via via ai fondamenti della aritmetica, con le opere di Giuseppe Peano e di Gottlob Frege. Questo lavoro di analisi portò alla fondazione della matematica moderna ed alla valorizzazione di certi sistemi di logica formale che, partendo dall'opera di Leibniz, erano andati via via perfezionandosi con il lavoro di vari logici e matematici del secolo XIX stesso.

In particolare poi i cultori di geometria dettero un contributo fondamentale al cambiamento delle concezioni su cui si fondava la matematica da secoli. Per dare una idea anche sommaria di questo travaglio di idee basterà ricordare che la concezione classica della geometria, così come era stata ereditata dalla scienza greca e dalla matematica medioevale e rinascimentale, era sostanzialmente quella di una scienza di contenuti; una scienza che dice qualche cosa di vero di qualche cosa, che sarà considerata come il suo « oggetto », per es. di volta in volta lo « spazio geometrico » oppure gli enti di cui si parla: le « figure geometriche », i « punti », le « rette », i « piani » ecc. Per chi legge l'opera di Euclide e poi le opere dei geometri che si susseguirono attraverso i secoli non può

esservi dubbio sulla concezione che i classici avevano della loro scienza. La stessa questione del cosiddetto « quinto postulato » di Euclide, che travagliò la storia della matematica sino alla fine del sec. XIX, era impostata in questo senso: non vi era dubbio che il postulato stesso fosse « vero », cioè che enunciasse cose vere di enti veramente esistenti. La sola critica fatta era che tale postulato era considerato « poco evidente ». Pertanto le proposizioni primitive della geometria erano poste ed enunciate per la loro evidenza, per quella verità che derivava loro dal contenuto di esse e dal riferimento ad un certo ente che si pensava realmente esistente.

Durante tutta la storia della scienza prima del sec. XIX noi assistiamo quindi ad una serie di tentativi per dimostrare il quinto postulato di Euclide, tentativi che tuttavia partono tutti dalla concezione fondamentale che tale proposizione fosse « vera ». Come è noto, soltanto all'inizio del sec. XIX alcuni matematici ebbero l'ardire di staccarsi da questa idea e di intraprendere una ricerca geometrica senza la pregiudiziale della verità del quinto postulato. Il grande F. Gauss lasciò scritti degli appunti, ma confessò in una lettera che non aveva pubblicato i suoi risultati per paura « degli strilli dei beoti »; si rendeva cioè conto che le concezioni che egli stava per lanciare contraddicevano a tutto quello che era considerato come il patrimonio comune alla umanità. Ci vollero almeno tre generazioni di matematici perché si raggiungesse la prova che le geometrie non euclidee hanno lo stesso diritto di cittadinanza della euclidea e per gettare quindi le basi per tutta una nuova concezione della geometria in particolare e della matematica in generale.

Dai dubbi e dalle polemiche di quegli anni nasceva infatti tutta una nuova maniera di concepire la geometria: non più come una scienza che parla di qualche cosa, di un oggetto che ha certe proprietà, alcune evidenti che non si può fare a meno di rilevare, altre meno evidenti che vanno dimostrate; ma si faceva strada la concezione della geometria come un puro gioco astratto, che si lascia suggerire, ma non imporre, le proprie proposizioni primitive dalle osservazioni che noi facciamo sulla realtà materiale che ci circonda e che è formata da oggetti rigidi che vengono considerati soltanto in relazione alla loro forma ed alla mutua posizione nello spazio.

Nasceva così tutta una serie di problemi di carattere metodologico e logico: perché, se le proposizioni primitive della geometria possono essere scelte arbitrariamente e non ci sono imposte da una « evidenza » fuori di noi, nasce il problema logico di garantire la non contraddittorietà delle proposizioni stesse; ciò al fine di garantire che tutta la costruzione che noi faremo dopo abbia un senso. Rinascono quindi, anche attraverso la geometria, quei legami della matematica con la logica che già si erano stretti con le ricerche sui fondamenti della aritmetica; legami di natura particolare, perché la logica non è più l'ancella della matematica, strumento a sua disposizione per la creazione delle sue costruzioni, ma diventa in certo modo la regina delle scienze matematiche, perché rimane l'ultima co-

lonna a garantire della loro compatibilità. Rinunciamo qui a fare una corsa, anche rapida, nel campo della storia della matematica in questi ultimi decenni, perché ciò richiederebbe troppo tempo e ci porterebbe lontani dal tema. Non possiamo tuttavia tralasciare di accennare ai nuovi caratteri che la matematica ha assunto ultimamente, caratteri che giustificano ampiamente il titolo di fondamento della scienza di cui si diceva poco fa. Dobbiamo infatti accennare al fatto che la matematica ha subito una evoluzione rapidissima, evoluzione che ha rimesso in risalto l'importanza fondamentale che ha in essa l'algebra. Questa evoluzione è strettamente collegata con la evoluzione degli studi di logica; e su questi occorre soffermarci, perché hanno una importanza troppo grande ai fini del discorso presente. Abbiamo detto che, dopo una lunga evoluzione, la critica della matematica, che era partita dal fastigio dell'edificio di questa scienza, giungeva, verso la fine del secolo scorso, all'analisi dei fondamenti.

Riscontriamo a questo punto un fenomeno storico interessante: la rivalutazione dei linguaggi formali o formalizzati, per evitare le ambiguità e le incertezze del linguaggio comune nella analisi di concetti così semplici ma pure così fondamentali come quelli dell'aritmetica. Così G. Frege e G. Peano si crearono dei loro formalismi logici, con i quali ricostruirono l'aritmetica elementare. Come è ben noto, dall'opera di Peano partì in seguito l'opera di B. Russell, opera che segna un capitolo fondamentale nella storia della logica moderna. Si assisteva quindi ad un risveglio delle ricerche di logica formale, ricerche strettamente collegate con le ricerche di algebra. Ne segue che la matematica oggi ha perduto quel carattere peculiare di « scienza dei numeri » e di « scienza della quantità » che era considerato come la sua definizione nelle concezioni classiche, ed ha acquistato invece quello, molto più generale e più profondo, di scienza dei sistemi formali, che solo in parte ammettono come contenuto quello che tradizionalmente si considerava come proprio della matematica, cioè il numero.

La formalizzazione sempre più spinta delle teorie matematiche ha portato oggi queste teorie ad essere il modello di ogni altra teoria scientifica, indipendentemente dal fatto che i suoi oggetti siano oppure no quantificabili. Invero in ogni teoria scientifica assistiamo ad un procedimento che è sostanzialmente schematizzabile in quattro fasi (non necessariamente distinte e succedentisi nel tempo): la osservazione, la formalizzazione, la deduzione, la verifica dei risultati. La seconda e la terza fase, cioè la formalizzazione e la deduzione, sono tipicamente astratte e devono essere espletate con le tecniche dei linguaggi formali, tecniche che sono ormai di competenza stretta della matematica; e si noti bene che quando si parla di linguaggio formale vorrei intendere non semplicemente un formalismo simbolico di

LE STRUTTURE DEL PENSIERO MATEMATICO  
FANNO PARTE DELLE STRUTTURE BASILARI DEL  
PENSIERO SCIENTIFICO MODERNO; E CIO' AV-  
VIENE ANCHE PER QUELLE SCIENZE CHE SEM-  
BRANO PIU' LONTANE DALLA MATEMATICA.

tipo matematico, ma anche il linguaggio specializzato che ogni scienza si crea, prendendo dal linguaggio comune i termini e circoscrivendo il loro significato perché essi giungano il più possibile vicini a quello che è l'ideale di ogni linguaggio scientifico: la univocità semantica di designazione degli oggetti e la possibilità di eseguire deduzioni rigorose in base ad una logica interna, indipendentemente da ogni suggestione data dal significato dei termini stessi.

Questi dunque appaiono essere i particolari vantaggi del formalismo, sia esso semplicemente dato dai numeri o da simboli della logica astratta o di una scienza qualsivoglia: la univocità di significato (che è data e circoscritta dalla definizione del simbolo), il rigore delle deduzioni, la generalità dei risultati. Questi tre caratteri di ogni simbolismo, che si trovano per così dire allo stato puro nella matematica, sono tuttavia caratteri distintivi di ogni linguaggio scientifico che voglia essere degno di questo nome, quello della medicina come quello delle scienze giuridiche.

### La scienza come apertura intellettuale

Soltanto mostrando, almeno nelle grandi linee, quali siano le caratteristiche del pensiero matematico moderno si può capire quale possa essere il contributo che la matematica può dare ad un nuovo umanesimo. Invero è un luogo comune osservare che la civiltà in cui viviamo è caratterizzata dalla imponente parte che la tecnica ha nella nostra vita, come nella vita di tutto il resto del mondo; come pure è un luogo comune osservare che nella nostra epoca, come non mai prima di ora, la tecnica risulta essere in stretto contatto con la scienza, anche la più astratta e anche quella che sembra più lontana dalla applicazione.

Ci siamo anche sforzati di constatare che le strutture del pensiero matematico fanno parte delle strutture basilari del pensiero scientifico moderno; e ciò avviene anche per quelle scienze che sembrano più lontane dalla matematica, purché questa sia intesa non nel senso classico di « scienza dei numeri », ma secondo la moderna concezione di teoria generale dei sistemi formali.

Appare dunque chiaro come lo spirito almeno, se non la materialità della matematica, deve essere inteso da chi vuole comprendere questo nostro pensiero scientifico. E lo spirito della matematica in questo senso, che è spirito sostanzialmente di ragionamento chiaro e rigoroso, può essere inteso anche da chi non abbia avuto una iniziazione matematica, anche da chi dichiararsi di non capirla; perché si badi che molti talenti vanno sprecati nell'insegnamento tradizionale di questa scienza, insegnamento che talvolta e talora sembra fatto apposta per deformare un pensiero che ha le doti di una bellezza estrema, in un insieme ripugnante di regole e di formule senza senso. E' inoltre di grande interesse il considerare un poco anche l'aspetto umano della scienza, sotto un ultimo punto di vista; ricordiamo a tale fine che nelle discussioni che Galileo ha sostenuto con i suoi avversari e contraddittori ricorre insistente un motivo: che lui, Galileo, doveva essere considerato

l'autentico successore di Aristotele, non coloro che lo avversavano con le parole del filosofo; perché se Aristotele avesse visto ciò che vedeva lui, gli avrebbe certamente dato ragione.

La introduzione del metodo sperimentale nella scienza è stata quindi una specie di cambiamento di natura da parte della scienza stessa nei riguardi del pensiero medioevale: da quello che era un pensiero che si stimava interamente strutturato in modo definitivo, il pensiero scientifico diveniva aperto a tutte le nuove osservazioni, ad ogni nuova acquisizione sperimentale. In tempi a noi molto più vicini la scienza ha vissuto altre crisi di questo tipo, nei riguardi di quella che si pensava essere la nostra intuizione fondamentale della struttura del mondo che ci circonda. Basti pensare all'abbandono dello schema della continuità per la adozione dello schema quantistico; oppure basti pensare all'abbandono dello schema tradizionale dello spazio che ci circonda per adottare lo schema relativistico dello spazio-tempo, schema nel quale la mentalità e la impostazione della geometria più moderna sono adottate in pieno come strutture intellettuali portanti della concezione dell'universo fisico.

Oggi la fisica non osa più fare delle sintesi definitive ed esclusive, ma dichiara di essere in uno stato « quasi stabile »; è questa una grandissima dichiarazione di umiltà e di limitazione: si abbandona la pretesa che gli schemi da noi dati siano definitivi per tutti i secoli avvenire, si abbandona la pretesa medioevale che la scienza debba crescere soltanto materialmente, senza abbandonare la propria struttura, così come cresce un cristallo, senza mai abbandonare la propria forma. Si accetta invece la possibilità che la scienza debba abbandonare le teorie oggi più autorevoli per adottarne delle altre, se la realtà ce lo impone.

Questa concezione di grande umiltà si presta anche ad una azione educativa, che mitiga ogni posizione assolutista per impostare i rapporti umani su una posizione di costante apertura e di continua disposizione alla revisione delle proprie posizioni. Non a caso la impostazione della scienza è stata ispirata dalla mentalità della matematica, che ha vissuto negli ultimi ottant'anni una crisi profonda, come è stato detto, di revisione di tutti i concetti più fondamentali e di ampliamento del modo di vedere; in questo ordine di idee si può veramente dire che la immagine che l'uomo comune ha della matematica è interamente falsa, perché risponde ad una matematica per così dire assolutista e dogmatica, formalista e chiusa, che nulla ha a che fare con la vera matematica moderna, che è l'esempio vivente di una avventura intellettuale entusiasmante, nella quale la fantasia e la logica, la formalizzazione rigorosa e le facoltà che si potrebbero chiamare a buona ragione poetiche, si danno la mano per una costruzione armonica di uno splendido edificio di pensiero. E tutto ciò naturalmente con la più grande apertura intellettuale, con la maggiore disposizione ad accettare le nuove idee e le nuove impostazioni in qualunque direzione esse vadano. Invece della dura ed arcigna dottrina, chiusa in formule

incomprensibili, abbiamo quindi di fronte uno splendido organismo vivente; e sopra tutto abbiamo di fronte una dottrina aperta a tutte le nuove acquisizioni.

Tutto ciò che abbiamo osservato fin qui riporta in modo naturale a parlare della scuola e della educazione in senso lato, così come noi la desideriamo per i nostri figli: infatti è da ritenersi che per costruire un nuovo umanesimo, come noi lo desideriamo, come noi vogliamo che sia nella civiltà di oggi, la scienza debba essere considerata come uno dei fondamenti della scuola; perché non si può permettere che i nostri figli vivano nel clima in cui siamo vissuti noi, nel clima di una retorica letteraria, ignorando i valori umani e sociali della scienza. Non è più possibile permettere che si ignori la scienza come « fatto » sociale innegabile, così come non è più possibile che la scuola ignori la scienza con insieme di « valori » sociali, quale è diventata per il mondo di oggi.

Quale sia il posto della matematica in una scuola che educi i cittadini futuri del nostro mondo si può dire facilmente, come pure è facilmente elencabile l'insieme di valori educativi che la matematica possiede: educazione a formare idee distinte, educazione alla chiarezza delle espressioni, educazione alla deduzione rigorosa; è chiaro che non è necessario spendere parole per convincere che questi valori sono essenzialmente formativi di una mentalità che valuta in modo particolare la chiarezza, la onestà intellettuale, la sobrietà di espressioni. Non è certo necessario che i nostri figli diventino dei matematici specialisti: è bensì molto utile che essi sappiano comprendere tutta la serie di valori intellettuali e anche morali che stanno alla base di una educazione così fondata, con lo scopo di mettere in luce i valori della scienza.

Se qualcuno dubitasse che così facendo si può trascinare un pensiero ed una cultura verso il materialismo e verso lo scientismo si potrebbe rispondere che non è certo ignorando lo stato attuale delle cose che si può fermare il progresso delle idee oppure si può favorire lo spiritualismo: non bisogna avere paura del pensiero scientifico, se si vuole poter dare ad esso il posto giusto che gli compete; soltanto le mezze formazioni scientifiche possono essere abbagliate completamente dalla scienza e farne una specie di feticcio. Tutti coloro che hanno meditato profondamente ben sanno che la scienza non risolve *tutti* i problemi del singolo e della umanità, come abbiamo già avuto occasione di dire; ma non è questa una ragione per disdegnare il dono che la provvidenza ci ha fatto del progresso scientifico; e la tattica che porta ad ignorare questo non è certo la giusta per mettere una scienza troppo invadente al posto che le compete. La costruzione del nuovo umanesimo deve essere fatta quindi da tutto il pensiero umano e da ogni attività spirituale, con la piena coscienza che l'uomo non vive di solo pane, ma che anche la lotta per il pane, cioè per il dominio delle forze della natura, è benedetta. In questa lotta è giusto impegnare tutte le nostre forze affinché il mondo che noi vogliamo costruire sia più giusto e pacifico di quello di oggi.