Unitarietà della cultura e umanità della scienza

di Alfio Grasso

Umanesimo e Scienza sono due facce complementari di una stessa medaglia: la Cultura. Da Parmenide – V secolo a.C. fino a Leibniz (1646-1716) – essa è stata, con le sue diverse articolazioni, la più alta espressione della mente umana. Poi, nel Romanticismo, una puerile disputa per il predominio dell'uno sull'altra, iniziata dall'inglese Blake, cui rispose per le rime Darwin, ha originato l'insensata separazione che dura in parte tutt'oggi e che ha relegato la scienza a figlia di un dio minore.

In relazione all'unitarietà della Cultura, una riflessione su Parmenide e Leibniz.

Essi vi sono noti come filosofi. Il primo fu anche *poeta e scienziato*: scrisse in esametri, alcuni dei quali ispirati, intuì le fasi della luna e identificò **Ἕσπερος** con **Φώσφορος**. Leibniz, oltre che filosofo, fu *giurista, matematico e logico*: geniale architetto, assieme a **Newton** del calcolo infinitesimale e artefice dell'aritmetica binaria; vagheggiò un *calculus ratiocinator*, *un'algebra del pensiero*, *un linguaggio simbolico universale* per la matematica, la scienza, la metafisica. **Boole** nel 1854 e **Frege** nel 1879 portarono a compimento le sue idee.

Per chiarire quanto la scienza sia "umana", cioè legata all'abituale attività dell'uomo, bastano le seguenti considerazioni sulla matematica.

Essa è stata ed è spesso stimolata da problemi pratici, connessi alle diverse attività dell'uomo:

agli inizi di conteggio, l'aritmetica e di agrimensura la geometria; nel seicento l'analisi per studio della fisica, all'inizio del XX secolo la programmazione lineare per l'economia, sollecitata dallo sviluppo delle grandi aziende negli Stati Uniti e dai piani quinquennali in Unione Sovietica.

Le caratteristiche socio-culturali dei vari popoli ne hanno indirizzato lo sviluppo scientifico.

- Gli assiro-babilonesi, pratici, astronomi, costruttori di grandi canalizzazioni e di fortezze, svilupparono, per le loro attività, un sistema di numerazione sessagesimale molto efficace nei calcoli. Risolsero anche qualche equazione di secondo grado.
- Nell'antica Grecia, madre della cultura occidentale, l'emblema distintivo dell'uomo ideale era καλὸς καὶ ἀγαθός (kalòs kai agathòs), cioè di corpo armonioso e di animo nobile; egli doveva quindi avere cura del proprio corpo e interessarsi di ciò che eléva lo spirito, non alla vile attività pratica, mercantesca. In questo quadro socio-culturale la dottrina platonica della conoscenza del mondo delle idee influì fortemente sull'opera di **Euclide** di Alessandria, *Elementi*, che è ancora un "best seller" e il cui modello assiomatico-deduttivo ha retto per oltre duemila anni. Quest'atteggiamento ebbe come conseguenza che gli antichi greci raggiunsero in geometria vette eccelse, mentre lo stesso non si può certo dire per l'aritmetica, se si esclude **Archimede** (287-212 a.C.), e in algebra a parte **Diofanto** (III secolo d.C.).
- Gli indiani e gli arabi furono grandi mercanti e navigatori. I primi, nel VII secolo d.C., proposero il sistema di numerazione posizionale che usiamo tutt'oggi. I secondi lo diffusero nel loro impero da cui, intorno al 1200, giunse in Europa a opera di **Leonardo Pisano**, più noto come **Fibonacci**.

È fuori discussione, ai nostri giorni, l'importanza della scienza. Le sue scoperte si susseguono con ritmo incalzante e le sue applicazioni tecniche ottengono successi sempre più straordinari che incidono profondamente sulle diverse attività umane: sociali, economiche, politiche, culturali, in altre parole, sulla vita dei popoli. Da ciò l'interesse sempre crescente, anche fra persone che, pur non addette ai lavori sono sensibili alla Cultura, a fare luce sul lungo, faticoso processo attraverso cui l'umanità è giunta alla conoscenza scientifica. E questo alfine di comprendere cosa vi sia di caratteristico nell'impostazione scientifica dei problemi, nell'elaborazione delle ipotesi, dei principi, dei metodi, nell'ideazione delle teorie. In sostanza a capire, nelle sue linee fondamentali, la struttura costitutiva del pensiero scientifico.

L'origine del pensiero scientifico

Si è soliti affermare che la scienza è nata in Grecia, con **Talete**, **Pitagora** e filosofi della natura del V secolo a.C. E ciò malgrado sia noto che Talete e Pitagora abbiano appreso le prime nozioni di geometria e astronomia dagli egizi e dagli assiro-babilonesi che in vari campi avevano ottenuto significativi risultati già da secoli.

Qual è stato allora l'apporto decisivo, che giustifica l'attribuzione a essi della gloria di avere dato i natali al vero e proprio pensiero scientifico? Lo chiarisce **Proclo** – filosofo del V secolo d.C. – nel commentario al I libro di Euclide del celebre *Riassunto storico*:

«Dopo Talete e altri studiosi a lui contemporanei, Pitagora *trasformò* questo studio e ne fece un insegnamento liberale, risalendo ai principi generali e studiando i problemi astrattamente e con la pura intelligenza». Fu proprio questa

Ultime dal Forum

limite
13 aprile 2018, 2 Messaggi

Dubbio grafico su un dominio in due variabili
13 aprile 2018, 5 Messaggi

veloci dubbi su Bernoulli
13 aprile 2018, 6 Messaggi

Freccette
13 aprile 2018, 5 Messaggi

Manuali scolastici Creative Commons

Matematica C3 Algebra 1
Algebra per il primo anno delle superiori

Matematica C3 Algebra 2
Algebra per il secondo anno delle superiori

Matematica C3 Geometria Razionale
Geometria per il biennio delle superiori

Dal problema al modello v.1
Matematica per il terzo anno delle superiori

Dal problema al modello v.2
Matematica per il quarto superiore

Dal problema al modello v.3
Matematica per il quinto superiore

Fisica sperimentale
Fisica per le scuole superiori

Fisica per le scuole superiori
Fisica per le scuole superiori

Gestione di progetto
Gestione di progetto e organizzazione di impresa

Vedi la collana completa di manuali >>>

Sudoku Difficile

								1
			3			6		
4	7		5					
		6		7	5	2		
5	8							
	3		4					
	4		2				7	8
		7	9		6			2
		3					6	

trasformazione, sviluppata poi con tanto successo da Zenone, Platone, Eudosso, Aristotele, Euclide e Archimede, che segnò l'inizio di *un'indagine scientifica autonoma*, perché **affermò l'esigenza di un sapere razionale, irriducibile alla pura e semplice collezione di esperienze della vita quotidiana**. Quest'appello alla ragione, sia nella ricerca di un fondamento generale delle nostre proposizioni, sia nello sviluppo *rigoroso* di tutte le loro conseguenze – anche in contrasto con l'esperienza quotidiana e con le teorie filosofiche più consolidate e diffuse – costituisce il primo, più importante carattere del pensiero scientifico.

Meraviglia e mezzi idonei a scandagliare il meraviglioso

Secondo **Aristotele** "'l maestro di color che sanno", come lo onora Dante nella *Commedia*, «ciò che spinse l'uomo alle prime ricerche fu la meraviglia». Ma essa non basta di per sé a iniziare un processo di ricerca scientifica. Lo "stupore" e la conseguente commozione dell'animo non fanno compiere alcun passo verso la scienza, il cui atto di nascita è legato alla produzione di *mezzi* per scandagliare il meraviglioso, analizzandolo nei suoi costituenti, componendolo con altri fatti, riproducendolo in situazioni analoghe o diverse. A tali mezzi la moderna filosofia della scienza ha dato il nome di *tecniche* (arti), sia che essi si attuino mediante strumenti empirici o tramite analisi concettuali. Capire che cosa è il *pensiero scientifico* significa dunque comprendere il modo di procedere di queste tecniche, la loro creazione, il loro sviluppo, il loro interscambio.

Linguaggio comune e formazione della lingua scientifica.

La prima, più spontanea tecnica cui gli uomini hanno fatto ricorso per padroneggiare l'esperienza è stata il linguaggio. Esso serviva al singolo per comunicare le proprie osservazioni personali ad altri individui, rendendo così possibile confrontare i fatti percepiti da persone diverse nello stesso istante o in momenti successivi, coordinare i loro sforzi per correggere certe situazioni e provocarne altre: *si usciva così dallo stato d'ingenua meraviglia e si passava a quello di consapevolezza umana*.

Il linguaggio naturale nel suo sviluppo aveva rivelato però la propria inefficienza in vista dei fini ora tratteggiati, sia per la complessità dell'esperienza, sia per le ambiguità a esso intrinseche – in particolare all'uso della negazione – che ponevano in luce gravi contraddizioni, di cui non si sapeva se cercare la causa nel fatto descritto o nella lingua usata a esprimerlo. Fu questa crisi del linguaggio a spingere l'uomo a studiare la logicità intrinseca alla lingua, a cogliere la più intima struttura del suo funzionamento tecnico; a trasformarla e rielaborarla, così da rendere sempre maggiore il suo valore strumentale.

Questa profonda riflessione sulla lingua è stata una delle maggiori conquiste del pensiero greco nel V secolo a.C., in particolare delle **scuole sofistiche** le quali, contrariamente alle polemiche di Platone e Aristotele, ebbero un'importanza straordinaria e diedero un grande contributo allo sviluppo della scienza. Infatti, per acquistare familiarità con la tecnica linguistica, occorreva abituarsi a manovrarla efficacemente anche quando questa manovra può assumere aspetti paradossali.

La difesa di Elena da parte di Gorgia è un espressivo utilizzo limite della tecnica linguistica.

Esempi di ambiguità del linguaggio.

Omero, mentitori, mucchi, cornuti, barbieri, aggettivi.

- **Odissea**: Nessuno-Ulisse.
- **Zenone** di Elea. Le acute e profonde argomentazioni dei suoi più importanti paradossi, tendevano a sostenere le tesi del suo maestro Parmenide, contro i concetti di molteplicità di Pitagora e di movimento di Eraclito, dentro cui si celava il concetto d'infinito.

Paradosso di Achille e la tartaruga.

- **Eubulide** IV secolo a.C.:

Paradosso del mentitore «Io mento».

Paradosso del sorite, cioè del mucchio.

- **Paradosso del cornuto**: non hai più ciò che hai perso, e per ciò hai ciò che non hai perso; ma non hai perso le corna, quindi sei cornuto! Esso tende a mettere in luce l'impossibilità di convertire l'asserto negativo «non hai più ciò che hai perso» nell'asserto positivo «hai ciò che non hai perso»; cioè a illustrare le difficoltà logiche connesse all'uso della negazione.
- ~~**Russell**: Paradosso del barbiere.~~
- **Paradosso degli aggettivi**, che possono essere autologici o eterologici, cioè che si riferiscono a se stessi o no. Ad esempio, polisillabo è autologico perché formato da più sillabe, mentre monosillabo è eterologico dato che non è costituito da una sola sillaba: l'aggettivo *eterologico* è autologico o eterologico?

La tentazione metafisica

A causa delle difficoltà, delle ambiguità del linguaggio naturale e delle nozioni a esso collegate nel descrivere i fenomeni, l'uomo si è trovato di fronte a un bivio:

- Da una parte perfezionare la lingua comune, nei limiti della relatività e provvisorietà inerenti a ogni indagine umana, e ricavare da essa mezzi di espressione più aderenti ai singoli campi di ricerca.
- Dall'altra tentare una via nuova, diretta a portarlo fuori delle proprie limitazioni, della sua relatività, che lo elèvi al di sopra degli impacci del linguaggio umano e gli faccia (o pretenda di fargli) cogliere verità assolute, indiscutibili, eterne.

La seconda via era troppo invitante per non lasciarsi da essa ingannare.

Platone, vissuto ad Atene (428 a.C. – 348 a.C.), tenta di erigere una scienza filosofica, la *dialettica*, che colga direttamente l'essere puro e immutabile al di là dei fenomeni:

essa significa arte del dialogo e della discussione ed è la scienza delle idee.

La dottrina delle idee del fondatore dell'*Accademia*, soprattutto nella prima parte della produzione, sosteneva che la conoscenza deve essere basata sul contatto diretto fra l'uomo e l'essere assoluto. L'esperienza, la tecnica linguistica dei sofisti non contribuiscono alla conoscenza e le stesse verità matematiche sono ancelle della dialettica, figlie di un dio minore. Infatti, malgrado all'ingresso dell'Accademia avesse fatto scrivere «Non entri chi non conosce la geometria» Platone affermava

che non comportano vera conoscenza neppure le proprietà geometriche; al piu` le erano propedeutiche quelle conseguite utilizzando **solo** riga (non graduata) e compasso che rappresentano retta e circonferenza le figure perfette perché esibiscono infinite simmetrie. Mentre le proprietà geometriche ottenute **non** usando **solo** riga e compasso e quelle ricavate facendo ricorso a mezzi meccanici, non hanno neppure questa caratteristica perché ciò oscurerebbe «la bellezza della geometria…..riducendola allo stato pratico, invece di elevarla in alto, di fare come oggetto di essa le figure eterne e incorporee». La scienza per sua natura superiore è, come si è detto, la *dialettica*.

Quanto ora detto trova conferma soprattutto nell'opera *Elementi* di Euclide, nella quale se è indiscutibile che egli ha elaborato un nuovo linguaggio efficacissimo per il campo della geometria, tuttavia è altrettanto vero che presenta, in questa nuova lingua, molte istanze di origine platonica:

- Quella del genio di Alessandria è una geometria pura, astratta, che egli mette in luce, mentre è assente la geometria metrica, cioè di misura; non si parla a esempio di area – che è la misura delle figure piane – o di volume, che è la misura delle figure solide: le misure infatti sono espresse da valori esatti solo se ottenute per conteggio, tutte le altre dànno valori approssimati, quindi imperfetti.
- Egli non nomina mai riga né compasso, ma postula le costruzioni cui il loro uso conduce.

- Nelle dimostrazioni del trattato euclideo sono presenti sistematicamente, anche se non menzionate esplicitamente, la logica sillogistica delle proposizioni semplici di **Aristotele** – la cui indiscussa autorità condizionò la cultura per oltre due millenni – e quella delle proposizioni composte degli stoici, formalizzata in seguito da **Crisippo**, che hanno trovato inaspettata applicazione addirittura nell'architettura del computer.

È fuori dubbio che l'esigenza di purezza formale ha influito in modo profondo su quasi tutta la matematica greca e non solo su essa; ha infatti eliminato dalla geometria l'uso dell'intuizione e delle costruzioni pratiche che avrebbero potuto arricchire il patrimonio delle sue proprietà, sostituendovi un rigore perfetto ma pesante e laborioso.

Per fortuna non tutti i matematici si fecero incantare dalle sirene della metafisica.

Due esempi indicativi.

- **Menecmo**, intorno al 350 a.C., scoprì le coniche, con le quali risolse il problema della duplicazione del cubo, secando un cono di ampiezza variabile con piani non passanti per il vertice.
- L'insuperato **Archimede** determinò, col cosiddetto *Metodo meccanico*, le aree del cerchio, del segmento parabolico della superficie sferica, il volume della sfera e inoltre quelli di paraboloide, ellissoide e iperboloide finiti, anticipando di diciotto secoli i grandi matematici del seicento tra cui **Cavalieri**, **Torricelli**, **Fermat**, **Cartesio** e sopra tutti **Leibniz** e **Newton** i due geniali architetti del calcolo differenziale.

I limiti della scienza fisica greca

L'atteggiamento socio-culturale prima descritto rende conto anche dei motivi per cui i greci antichi non ebbero una scienza fisica. Infatti, anche se il problema della materia fu dominante per tutti gli sviluppi del pensiero ellenico, il più delle volte fu trattato in termini filosofici generali, non sperimentali: non ci fu una specifica lingua fisica e la filosofia della natura non assunse in genere vero carattere scientifico, non portò a una formulazione razionale di tale concetto. Inoltre, malgrado la nozione di **forza**, essenziale nello studio della **statica**, che studia l'equilibrio dei corpi, e della **meccanica** che si occupa del moto dei corpi in relazione alle cause che lo determinano, fosse uno dei cardini dei sistemi filosofici di **Empedocle**, **Anassagora** e **Democrito**, questi prospettarono una fisica *filosofica*, per così dire "metafisica". E tale visione fu corroborata poi dall'indiscussa autorità di Aristotele, il cui trattato *Fisica* è un'opera di filosofia, non di scienza. In essa infatti lo stagirita tenta a esempio di spiegare «gravità» e «leggerezza» dei corpi col "desiderio", la "felicità" di raggiungere il loro luogo naturale.

Fanno eccezione *ottica* e in parte l'*acustica*, in quanto legate fortemente alla matematica e le ricerche di *statica* soprattutto per opera di **Archimede** e successivamente di **Erone** di Alessandria (I-II secolo d.C.).

Per l'ottica furono significativi i risultati raggiunti a opera di Euclide, cui spetta il merito di aver creato il modello geometrico della luce, il *raggio luminoso* rettilineo e privo di struttura fisica. Sulla scia del genio di Alessandria emergono **Ipparco di Nicea** e **Claudio Tolomeo** i più grandi astronomi dell'antichità assieme ad **Aristarco di Samo** che propose diciotto secoli prima di Copernico e Galilei un sistema eliocentrico: fece la stessa fine di Galilei per gli stessi motivi.

Parafrasando **Lucrezio** potremmo affermare: *Tantum religio potuit suadere malorum* (A un così atroce misfatto poté indurre la superstizione).

Archimede, chi era costui? (In onore della geometria)

La figura di **Archimede** è conosciuta soprattutto per gli aneddoti e le battute su di lui. Col passare dei secoli, nell'immaginario collettivo, Archimede è il genio distratto, pazzoide (al punto di correre nudo per le strade di Siracusa gridando «Εὕρηκα! Εὕρηκα!»), che inventa dispositivi "impossibili" come gli specchi ustori con cui, secondo la leggenda, avrebbe bruciato le navi romane; che fa scoperte mirabolanti come la legge del galleggiamento, mentre fa il bagno: questo Archimede assomiglia di più all'Archimede Pitagorico di Disney che a uno dei più grandi scienziati esistiti.

La maggior parte della sua opera è giunta al mondo latino attraverso la tradizione araba.

In Italia solo nel Rinascimento si riuscì a fare emergere Archimede dalle nebbie della leggenda e riportare la sua opera in primo piano. Le sue eccezionali scoperte, di cui abbiamo già detto, si fondano sulla *geometria*. Dalla riflessione sulla sua opera, **Galilei**, **Valerio**, **Cavalieri** e **Torricelli** riusciranno a rompere per la prima volta il paradigma della geometria greca classica e a creare nuove metodologie più generali.

Medaglia Fields – Archimede (Fonte Wikipedia)

Oltre ai suoi straordinari risultati sopra segnalati, il contributo più importante di Archimede al pensiero scientifico si ricava da *Il Metodo*, indirizzato a **Eratostene**, eclettico scienziato, direttore della Biblioteca di Alessandria per più di quarant'anni. Esso consiste nella sua visione che la matematica non è solo rigore, è prima ancora e soprattutto intuizione, formulazione di congetture plausibili, ottenute anche mediante ricorso a esperienze reali o concettuali, nelle quali fu maestro come dirà in seguito Galilei. Inoltre le sue dimostrazioni di geometria superiore, di difficoltà straordinarie, sono considerate un modello di perfezione formale.

A testimonianza della grandezza di Archimede, nella **Medaglia Fields**, l'equivalente per la matematica del **Nobel**, è impressa una presunta effigie del genio di Siracusa, contornata dal motto: *Transire suum pectus mundoque potiri*, Trascendere i propri limiti e padroneggiare l'universo.

Una riflessione su **Erone**

La mentalità di Erone non fu tanto quella del matematico quanto quella dell'ingegnere. Diresse la scuola meccanica di Alessandria, un vero politecnico nel senso moderno, in cui i primi corsi erano dedicati alle scienze teoriche (geometria, aritmetica, astronomia, etc), mentre in seguito si passava alle esercitazioni pratiche (lavorazione dei metalli, applicazioni della teoria delle macchine, etc.). Erone era in possesso di tecnologie relative alle leve, agli ingranaggi delle macchine, al sifone, e aveva costruito dispositivi basati sulla dilatazione dei gas. Ci possiamo allora chiedere come mai questo valentissimo studioso – soprannominato *meccanico* dai contemporanei – non riuscì ad applicare i suoi geniali congegni a qualche costruzione produttiva, utile, che avrebbe potuto scuotere le barriere dell'antica cultura troppo astratta e fare sorgere nuovi interessi pratici e teorici?

L'ingegneria di Erone non divenne strumento attivo di progresso per l'umanità, pur possedendone i presupposti teorici, perché le condizioni sociali del suo tempo non lo permettevano. Infatti egli diresse la sua abilità tecnica non a inserire la scienza nella vita ma a inventare complicati dispositivi con cui divertire i raffinati e decadenti signori del suo tempo. Il pensiero scientifico non costituisce l'attività privata di pochi spiriti eletti, isolati dal resto del mondo, ma è un fenomeno collettivo legato al tempo e alla società che lo esprimono.

Cina e **India**

Le civiltà della Cina e dell'India sono coeve a quelle che fiorirono lungo il Nilo e in Mesopotamia, ma i dati cronologici sono meno attendibili di quelli relativi all'Egitto e alla Babilonia.

In Cina la produzione matematica fu ostacolata da molte interruzioni, quindi il contributo al suo sviluppo non fu particolarmente significativo e prosperò solo in relazione a problemi commerciali e al calendario, nel periodo in cui in Grecia fioriva Euclide. Inoltre, nella matematica cinese non si faceva distinzione fra risultati approssimati ed esatti.

Di tutt'altro spessore l'aspetto tecnologico con le *Quattro grandi invenzioni*.

La carta, la stampa, la polvere da sparo e la bussola: esse hanno portato cambiamenti profondi nelle diverse attività umane. La prima e la seconda nella cultura perché hanno consentito a molti la possibilità di leggere i testi e ampliare così la conoscenza collettiva;la terza nella guerra, la quarta nella navigazione, quindi nel commercio.

Anche la matematica indiana presenta, come quella cinese, una sorprendente mancanza di continuità e tradizione. Ciononostante il suo contributo allo sviluppo scientifico ci offre due aspetti di grande rilievo. Uno riguardante la trigonometria, che offriva un accurato strumento per l'astronomia, per la navigazione e quindi per il commercio, l'altro, ancora più significativo: l'introduzione del sistema di numerazione decimale posizionale, in cui è presente un simbolo per lo zero, ancora oggi in uso: *due preziosi cristalli*, come li definirà lo scienziato arabo **al-Biruni**.

Contributo dell'Islam

Col decadere generale della società europeo-mediterranea anche l'Occidente subì una gravissima crisi lunga quasi un millennio. Filosofi e scienziati ebbero un atteggiamento passivo, limitandosi a studiare e trasmettere i risultati precedenti. Questo si ripercosse negativamente sull'efficacia stessa della conservazione del vecchio patrimonio culturale: si perse l'interesse per le discussioni troppo complesse e gli sviluppi troppo ampi; si finì col ridurre tutto a sommari sempre più brevi, che invece di riuscire facili da apprendere, si rivelarono di lettura sempre più incomprensibile. È infatti impossibile impadronirsi del senso di una costruzione razionale, se ci si limita all'enunciato di essa, senza capire lo **svolgimento logico** che ne sta alla base. La crisi fu così profonda da sommergere a poco a poco quasi tutta l'eredità scientifica del passato.

Per nostra fortuna, intorno al 750 il testimone della Cultura passò nelle mani dell'**Islam**. E si ripeté per l'Islam quello che era accaduto allorché Roma aveva conquistato la Grecia: la cultura antica conquistò a sua volta i conquistatori. Senza l'Islam sarebbe certamente andata perduta una parte più considerevole della filosofia, della matematica e della scienza antiche.

Al-Mansur consolidò il califfato degli *Abbasidi*, trasformò **Bagdad** in una grande città dal villaggio che era, istituì un'efficiente amministrazione pubblica e diede impulso all'economia.

Fu però col suo successore **Al Mamun** (786-833) che la cultura islamica cominciò a esprimere tutta la sua forza. Egli fece venire a **Bagdad** studiosi da tutto l'impero e di tutte le estrazioni culturali, persiani, greci, romani, ebrei, cristiani. Fondò in quella città la "Casa del sapere" in cui si tradussero gli *Elementi* di **Euclide** e l'*Almagesto* di **Tolomeo** e Bagdad divenne un faro culturale paragonabile all'antico Museo di Alessandria. Fra i suoi membri spicca, nella prima metà del IX secolo, il matematico e astronomo **Mohammed ibn Musa al-Khuwarizmi**. Nel *De numero indorum* (Il calcolo numerico indiano) egli presenta un'esposizione completa ed esauriente del sistema di numerazione indiano; ciò fu presumibilmente la causa dell'errata convinzione che il nostro sistema di numerazione fosse arabo.

Nell'*Al-jabr wa'l muqābala*, per cui è considerato *il padre dell'algebra*, dà un quadro approfondito e compiuto della risoluzione delle equazioni di secondo grado che si applicano nella risoluzione di molti problemi. Fu proprio per trovare le formule risolutive delle equazioni algebriche di terzo e quarto grado con i radicali che si sviluppò la matematica in Italia nel Rinascimento.

Dal suo cognome *al–Kkuwarizmi* deriva il termine italiano algoritmo e da *Al-jabr* quella che noi chiamiamo *Algebra*.

Sempre nella Casa del sapere fu attivo, nella seconda metà del IX secolo, **Thabit ibn Qurra al-Arrani**, matematico, medico e astronomo, che ebbe questi grandi meriti:

- Fondò una scuola di traduttori che ci hanno conservato i testi di **Euclide**, **Archimede** e **Apollonio**, senza i quali le opere matematiche greche oggi esistenti sarebbe molto minore.
- Fu il primo a capire che negli insiemi infiniti esiste una *gerarchia*, cioè esistono infiniti più infiniti di altri infiniti.
- Intuì la *precessione* degli equinozi.

Finisco questa parte dedicata al pensiero scientifico islamico presentando **Ibn-Sina** (980-1037), medico, filosofo, matematico e fisico, noto come **Avicenna,** considerato il padre della medicina moderna e **Ibn-Rushd** (1126-1198), filosofo, matematico, medico e giureconsulto, conosciuto come **Averroé,** di cui Dante dice "*che 'l gran commento feo"*, cioè fu il grande commentatore di Aristotele. Tre la sue tesi, che influenzarono la cultura occidentale: l'indipendenza delle verità di ragione da quelle di fede. Ne *L'incoerenza dell'incoerenza* prese le difese della filosofia aristotelica contro le critiche in cui si sosteneva che il pensiero di Aristotele, e la filosofia in generale, fossero in contraddizione con l'Islam.

Il loro spessore di eruditi viene attestato anche dal Poeta che li pone fra gli spiriti eletti assieme a **Omero** *poeta sovrano*, **Aristotele** *'l maestro di color che sanno*, **Euclide** *geométra* e **Tolomeo**

Fedeltà al passato ed esigenza innovatrice

Abbiamo già detto della profonda, lunga crisi dell'Occidente conseguente alla generale decadenza della civiltà europeo-mediterranea che sommerse quasi tutta l'eredità scientifica del passato.

Dopo una breve ripresa degli studi sotto l'impero carolingio, fu solo nel XI e XII secolo che le mutate condizioni generali della società favorirono una durevole, solida rinascita degli interessi culturali, rivolta soprattutto a recuperare l'antico patrimonio e, parzialmente, a ricerche di autentica originalità: in seguito dalla loro fusione prenderà forma il pensiero moderno. La riscoperta di tanti tesori accrebbe però sempre più l'autorità dei classici, rendendo completo il trionfo della cultura

antica; il compito dell'uomo colto fu elevarsi al livello scientifico dell'antichità, ma questo ideale pareva irraggiungibile! **(Ipse dixit).** Ciò limitò fortemente lo sforzo rivolto a genuine ricerche. A tale riguardo, nel XII secolo, sono significative:

- L'accanita polemica fra il mistico **San Bernardo** e la **scuola di Chartres**: San Bernardo accusava i maestri di Chartres di «descrivere la creazione del mondo per via filosofica o più ancora addirittura per via fisica».
- L'avversione di **Giovanni di Salisbury**, tra gli spiriti più colti del secolo, contro gli innovatori, i cosiddetti **cornificiani**, che pretendevano l'ampliamento dell'indagine filosofica e il radicale rinnovamento della logica. L'appellativo dispregiativo cornificiani deriva da **Cornificio**, retore del I secolo a.C. detrattore di **Virgilio**.

Poiché immenso era il patrimonio filosofico-scientifico tradizionale da fare rivivere, agli studiosi «conservatori» di quel secolo, il programma dei *cornificiani* parve poco meno che una pazzia.

Era forse troppo presto perché un tentativo di così aperta ribellione al passato potesse trionfare.

Va però segnalato che il riassorbimento del pensiero scientifico degli antichi non è da considerarsi, come solitamente si sostiene, un atteggiamento di esclusiva passività culturale, perché costituì spesso una magnifica palestra di serietà di studi e di rigore.

La nascita della scienza sperimentale

L'uso della ragione

Come per la matematica, la nascita della scienza sperimentale è legata all'ideazione di ben precise

tecniche per padroneggiare razionalmente il corso dell'esperienza, ossia per provocare certi fenomeni in condizioni controllate dal nostro intelletto, ripetibili a volontà, misurabili con matematica esattezza.

E' stato necessario un profondo rivolgimento filosofico per indurre gli spiriti più illuminati a studiare con serietà e metodo tali tecniche, e per superare il doppio pregiudizio che ogni attività pratica fosse troppo bassa per essere degna di un'indagine razionale, o troppo recondita e misteriosa per essere raggiungibile dall'uomo.

Il nuovo atteggiamento di **Galilei**, **Cartesio**, **Bacone** e degli altri che contribuirono alla creazione della scienza moderna risiede nel comprendere che da un lato l'antichità aveva creduto, sulla fede di **Aristotele**, che la scienza dovesse essere un'attività dello spirito in sé e per sé, senza alcun effetto pratico. Dall'altra che il Medioevo aveva creduto alla grande arte: arte segreta, il cui scopo era di agire sulla natura, di trasformare i corpi, di crearne. Ma questo scopo si cercava di raggiungerlo a tentoni, senza metodo.

L'ideale di Galilei, Cartesio e Bacone etc., si può sintetizzare in due punti:

- Che la scienza potesse prescrivere delle regole per il lavoro umano e renderlo insieme più semplice e più fecondo, ed essere messa, con un po' di studio, alla portata di tutti (Dopo il *Sidereus nuncius* il genio pisano scrisse in lingua volgare affinché le sue idee fossero comprensibili a molti).
- Fare una sintesi delle due concezioni, così da costruire un sapere basato su nuove tecniche razionali, valide non solo per il campo delle idee astratte, ma per quello ricchissimo delle esperienze concrete.

Il presupposto sociale che rese possibile il rivolgimento filosofico ora accennato è il deciso affermarsi di nuove ricchezze, direttamente collegate al lavoro, e il conseguente emergere di gruppi sempre più folti di scienziati sensibili agli interessi della produzione, capaci di rendersi conto dell'unità inscindibile di pratica e teoria. È stata la stessa organizzazione del mondo politico-economico a imporre nuovi problemi alla ricerca scientifica, distogliendola dalle discussioni generali di ordine metafisico per legarla a quesiti concreti.

Le opere di pace e di guerra, la canalizzazione dei fiumi, l'erezione di ponti, l'escavazione di porti, la costruzione di fortezze, il tiro delle artiglierie, la prospettiva offrono ai tecnici una serie di problemi che l'esperienza non può risolvere e che esigono necessariamente un'impostazione teoretica. E i nuovi studiosi non escono dalle aule accademiche, ma dall'ambiente del libero umanesimo, delle professioni civili.

Particolare importanza ebbero i problemi pratici posti dalla navigazione, che in quell'epoca doveva attrezzarsi per sempre nuovi e più lunghi viaggi verso le ricche terre di recente scoperta: l'opinione dell'enciclopedico greco era di scarso aiuto per guidare le acque per l'irrigazione, o per costruire una fortezza, o per correggere la prospettiva di un quadro, o per dare suggerimenti per la navigazione.

Galilei

Per farci un'idea degli ostacoli che dovettero essere superati, basta riflettere sull'introduzione del cannocchiale nella ricerca scientifica.

Le lenti, verosimilmente, furono inventate per caso nel XIII secolo da qualche oscuro vetraio olandese che, sempre per caso, si accorse della loro utilità nel correggere i più comuni difetti di vista. L'ambiente colto però non ne parlò per circa tre secoli, giudicandole indegne di considerazione; da ciò la diffidenza sui primi cannocchiali costruiti da semplici artigiani: mai consegna del silenzio fu tanto lunga e unanime.

Gli «scienziati accademici» scrivevano che il cannocchiale ingrandendo o rimpicciolendo gli oggetti inganna e non fa conoscere la verità, dunque non può essere adoperato come strumento di osservazione scientifica.

Nel 1609 Galilei punta verso il cielo il **suo** cannocchiale con spirito metodico e mentalità scientifica e, come dice il **Foscolo** ne *I Sepolcri*, « all'anglo che tanta ala vi stese sgombrò primo le vie del firmamento», cioè apre lo scrigno che custodisce i segreti dell'universo. L'anno successivo nel *Sidereus nuncius* (Avviso astronomico), con la «certezza» che è data dal cannocchiale e «dalle inconfutabili dimostrazioni» demolisce le idee sull'universo sostenute da Aristotele e Tolomeo: l'ambiente accademico compatto si schierò contro di lui.

Eppure fu proprio l'atto di fiducia di Galileo nei prodotti dell'industria artigiana a iniziare una delle più profonde rivoluzioni filosofico-scientifiche.

Lo spirito nuovo e la diversa impostazione del lavoro hanno due caratteri distintivi:

1. L'introduzione di un'istanza razionale nello studio dei diversi problemi posti però in campi limitati: la caduta dei gravi, il funzionamento delle lenti, la termologia……
2. La consapevolezza della necessità di ottenere, per tale studio, la più larga collaborazione.
3. L'ideazione, per ciascuno dei campi d'indagine, di un linguaggio tecnico preciso per la descrizione di problemi, la formulazione delle teorie, l'enunciazione delle leggi.

Il primo comporta che, ricavate dall'esperienza precise relazioni numeriche fra le grandezze considerate, si avanza un'ipotesi di cui viene messa alla prova la validità, verificando se le conseguenze da essa ricavabili trovano o no conferma nei fatti. E i risultati di queste verifiche vengono a loro volta sfruttati per ritoccare l'ipotesi, creando così un circolo virtuoso ininterrotto fra pratica e teoria.

Per il secondo ci si sforza di descrivere con la massima precisione il procedimento usato e lo si comunica quindi ad altri ricercatori perché anch'essi lo testino e lo utilizzino: questa collaborazione fa presto sentire tutti i suoi vantaggi ampliando le possibilità di nuove scoperte.

In relazione al terzo, furono importanti l'algebra simbolica di **Viete** (seconda metà del XVI secolo), matematico e avvocato, e portata a piena maturità da **Descartes** e **Fermat**, e i nuovi metodi dell'analisi infinitesimale a opera di **Cavalieri**, **Torricelli**, **Cartesio, Fermat, Barrow**, **Huygens** *e* **Wallis** e portati a compimento da **Newton** e **Leibniz**, i due geniali architetti del calcolo differenziale. Tali metodi si rivelarono particolarmente fecondi per la fisica, prima ancora di trovarne una giustificazione logica rigorosa che avverrà nel XIX secolo.

Esistono allora più linguaggi matematici, provvisti ciascuno di qualche caratteristica peculiare, che può renderlo adatto a qualche speciale capitolo della fisica o delle altre scienze: non ha più senso parlare di linguaggio matematico come un modello perfetto del sapere scientifico, ma in quanto potente aiuto nello studio della natura. E il criterio ultimo, decisivo, per l'adozione di un gruppo di postulati, di relazioni, etc., sarà sempre e soltanto l'appello all'esperienza.

Così l'atto di nascita della scienza moderna è legato al riconoscimento che l'aggancio all'esperienza non costituisce, di per sé, una sconfitta della ragione umana, come invece sosteneva Platone. Essa non rinnega se stessa, ma anzi si potenzia e si completa, allorché tenta la costruzione di teorie che non si snodano più fra pure astrazioni, ma sono vincolate dalla scrupolosa corrispondenza tra i propri concetti e i dati della realtà.

Cartesio

Il "programma" dei creatori della scienza moderna esigeva che essa venisse concepita essenzialmente come una costruzione della ragione umana, non come un dono più o meno gratuito di un intelletto superiore, ma una conquista graduale e autonoma dell'uomo.

Il significativo contributo metodologico di Cartesio a tale programma è chiarito nelle due principali sue opere *Regulae ad directione ingenii* (Regole per la guida dell'intelligenza) e *Discours de la méthode* (Discorso sul metodo), di cui seguono sono due passi brevi ma indicativi della sua visione:

«*Questo metodo imita quello delle arti meccaniche che non hanno bisogno dell'aiuti di altre, ma dicono esse medesime in qual modo si debbono fabbricare i loro strumenti*». E afferma anche:

«*Il mio disegno non è andato più in la di una riforma dei miei pensieri e di costruire su un terreno tutto mio*».

Il nuovo metodo era dunque visto da Cartesio, non come un canone assoluto da imporsi a ogni ricercatore, ma come l'esempio di un'indagine di nuovo tipo. La sua peculiarità doveva consistere nell'essere una completa costruzione dell'uomo su un terreno tutto suo, attraverso la realizzazione e l'elaborazione di un fine e svariato strumento che egli stesso sviluppa e modifica pezzo per pezzo secondo le proprie necessità.

Le quattro regole di Cartesio per risolvere i problemi:

- L'evidenza:*«Non prendere mai niente per vero, se non ciò che io avessi chiaramente riconosciuto come tale; ovvero, evitare accuratamente la fretta e il pregiudizio, e di non comprendere nel mio giudizio niente di più di quello che fosse presentato alla mia mente così chiaramente e distintamente da escludere ogni possibilità di dubbio»*.
- L'analisi:*«Dividere ognuna delle difficoltà sotto esame nel maggior numero di parti possibile, e per quanto fosse necessario per un'adeguata soluzione»* .

- La sintesi: *«Condurre i miei pensieri in un ordine tale che, cominciando con oggetti semplici e facili da conoscere, potessi salire poco alla volta, e come per gradini, alla conoscenza di oggetti più complessi; assegnando nel pensiero un certo ordine anche a quegli oggetti che nella loro natura non stanno in una relazione di antecedenza e conseguenza».*
- L'enumerazione (controllo dell'analisi) e la revisione (controllo della sintesi):
- *«Fare in ogni caso delle enumerazioni così complete, e delle sintesi così generali, da poter essere sicuro di non aver tralasciato nulla.»*

La via nuova che Cartesio aveva aperto alla ricerca scientifica era un'aperta ribellione contro la logica formale aristotelica, considerata come una pesante bardatura che imbrigliava la fertile originalità dell'opera scientifica, irrimediabilmente sterile dinanzi ai nuovi problemi, imposta a noi da qualcosa di estraneo alla nostra mente.

Dall'impostazione programmatica del lavoro scientifico razionale sopra descritta si è sviluppata, come naturale conseguenza, la concezione filosofica storicamente nota col nome di **Illuminismo**.

Giarre 19/01/2017 Alfio Grasso, email grassoalfino@yahoo.it

Bibliografia

GEYMONAT, *Storia del pensiero filosofico e scientifico*, Garzanti Editore, Milano 1981-1996.

Commenti

commenti

6 marzo 2017

Matematicamente.it srl P.IVA 04711370751 - Matematicamente.it Magazine testata giornalistica telematica - reg. Trib. di Lecce n.953 del 19.12.2006 - Dir. resp. Antonio Bernardo