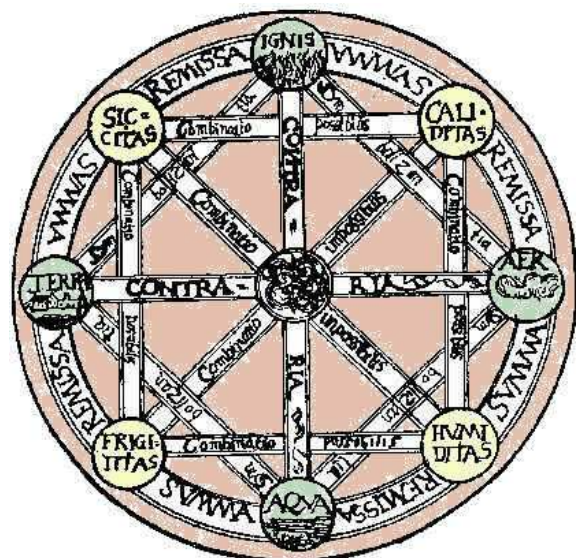
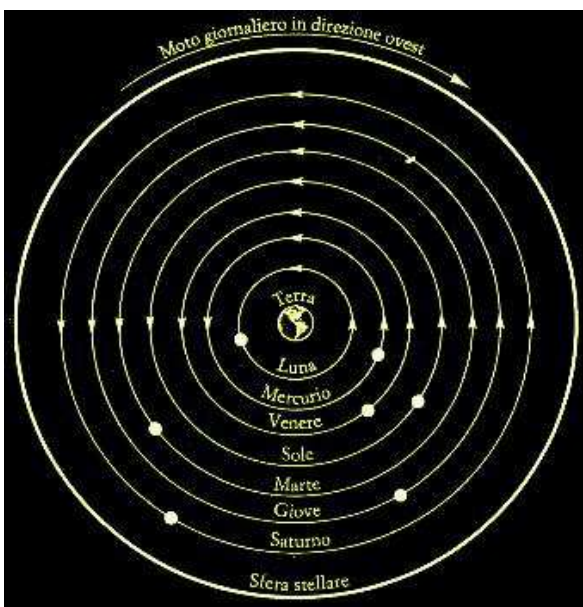


«In effetti, fare della fisica nel *nostro* senso del termine – non nel senso che Aristotele dava a questo vocabolo – vuol dire applicare al reale le nozioni rigide, esatte e precise della matematica e, in primo luogo, della geometria. »
A. Koyré, *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*

Il candidato argomenti l'affermazione di Koyré, soffermandosi in particolare sulle motivazioni secondo cui la scienza greca, scopritrice di fondamentali principî, non li abbia poi tradotti in innovazioni tecniche (e come pure i grandi ritrovati tecnici delle civiltà orientali e del Medioevo abbiano fallito a questo scopo) sottolineando come invece la rivoluzione scientifica abbia prodotto il moderno concetto di scienza.

VERSO LA PRECISIONE: COME LA MATEMATICA HA CAMBIATO IL MONDO

Koyré, all'inizio del suo saggio *Dal mondo del pressappoco all'universo della precisione*, sottolinea che per lui "fare fisica" assume un significato diverso da quello che invece assume per Aristotele. Per comprendere questa affermazione, occorre conoscere i due diversi valori che sono stati attribuiti nella storia in relazione al concetto di "fare fisica". Siamo nella Grecia del IV secolo a. C. quando Aristotele elaborò la sua idea dell'Universo: egli divideva il cosmo in mondo celeste e mondo terrestre. Mentre il primo era costituito da materia perfetta e incorruttibile (l'etere), il secondo era il mondo della materia imperfetta e corruttibile, dove "c'è ovunque un margine di imprecisione, di "giuoco", di "pressappoco"" (Koyré). Quindi, secondo il filosofo greco, la matematica, scienza della precisione, poteva essere applicata solo a ciò che è perfetto: il mondo celeste: "l'astronomia matematica è possibile, la fisica matematica non lo è" (come dice Koyré interpretando il pensiero di Aristotele).



L'Universo secondo Aristotele

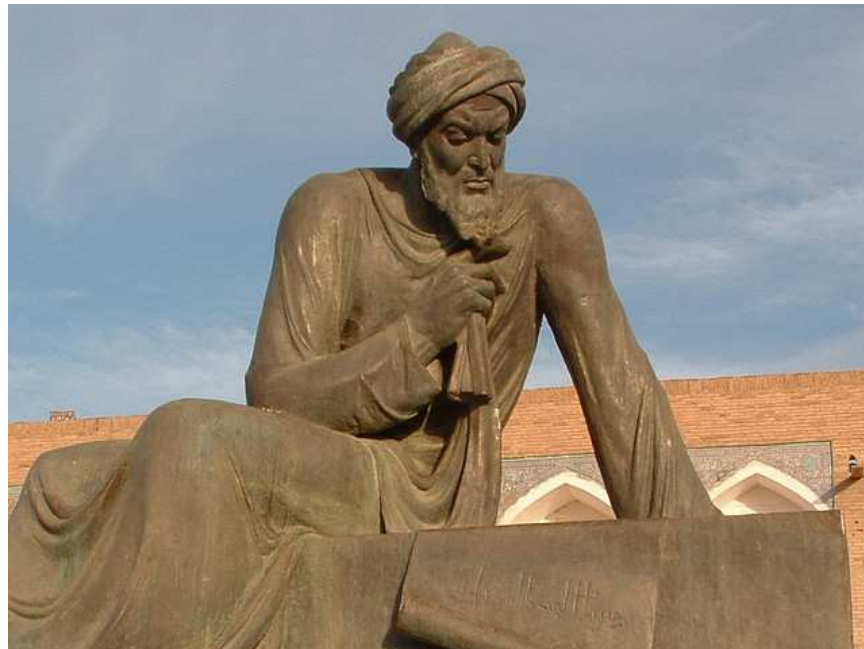
Il “fare fisica” cui si riferisce Koyré è invece il concetto elaborato successivamente alla Rivoluzione Scientifica del 1600/1700: la fisica di Galileo, la fisica del metodo scientifico, che non lascia nulla al caso o alla superstizione, ma basa la spiegazione di ogni fenomeno su precisi studi matematici.

Conoscendo i diversi significati legati al termine “fisica” che si sono succeduti nel corso della storia, è più facile rispondere a una domanda che nel 1962 si pose Schull, ma che credo abbia interessato molti almeno una volta. Schull pensò alle magnifiche opere dell’antichità classica (statue, templi..) e alle grandi innovazioni tecniche come le cinque macchine semplici e l’Eolipila di Erone; allora un dubbio gli sorse spontaneo: “Perché l’antichità classica non ha conosciuto il macchinismo?”. Domanda che noi possiamo estendere anche ad un successivo arco di tempo, il Medioevo, e che possiamo porci anche riguardo le antiche civiltà orientali. Bisogna infatti sapere che nell’arco di storia che va dall’800 d. C. fino a prima della Rivoluzione Scientifica, “mentre l’Occidente languiva nella povertà, oltre che in una tremenda ignoranza, la



L'Eolipila di Erone

civiltà scintillava in Medio Oriente e in Asia” (Jim al-Khali, fisico). Furono infatti gli orientali a donare al mondo della scienza studiosi del calibro di al-Khwarizmi (maestro nelle soluzioni delle equazioni lineari), al-Razi (inventore della medicina clinica) e tanti altri con nomi caduti però nell’oblio. Cosa cancellò il passato glorioso dell’Oriente come leadership nelle innovazioni scientifiche? Secondo al-Khali, la religione influenzò e portò al declino il pensiero filosofico e la crisi politica determinò un calo di fondi per la ricerca. Inoltre fu l’enorme successo che ebbe la Rivoluzione Scientifica in Occidente a oscurare e cancellare il glorioso passato orientale.



al-Khwarizmi

Per tornare alla domanda di Schull, che si interrogava invece solo riguardo all’Occidente classico e al perché qui non si fosse sviluppato il macchinismo, bisogna immedesimarsi nell’epoca storica a cui si riferisce. Oltre al fatto che vi era una grande quantità di schiavi, e per questo le macchine non sarebbero servite a molto, nella Grecia classica, come detto prima, sono le idee di Aristotele ad essere le uniche cui si dà credito. Siamo quindi in un mondo in cui la matematica, che non è applicata alla fisica, ha un ruolo secondario nel

mondo terreno. Come si può notare nella “Scuola di Atene”, dipinto di Raffaello, vi è una disposizione gerarchica all’interno della scena, nella quale è la filosofia a sormontare la matematica: è attraverso i pensieri dei vari filosofi che si spiega la *physis*, il mondo. Le idee di Aristotele furono tramandate per secoli e secoli. Sebbene contestate da Tolomeo, che nell’*Almagesto* descriveva la Terra al centro dell’Universo e vari cieli che ruotavano attorno ad essa, esse giunsero quasi intatte fino al Medioevo. In questo periodo, il pensiero cui si dava più credibilità era quello individuato dalla Scolastica di San Tommaso; teoria che tentava di conciliare il pensiero di



La "Scuola di Atene di Raffaello"

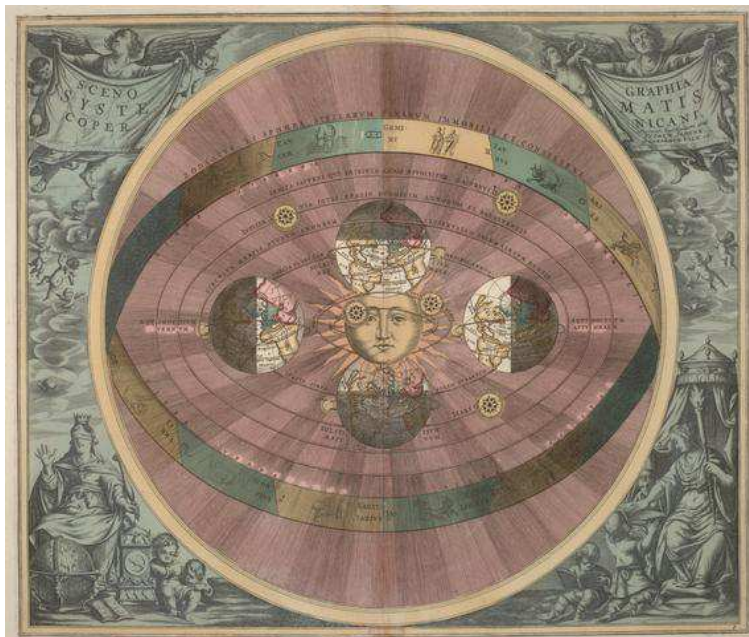
A quel tempo vi era una visione aristotelico-tolemaica del mondo: la Terra era al centro dell’Universo, attorno ad essa ruotavano tutti i pianeti, ad ogni pianeta corrispondeva un “cerchio” (per un totale di dieci cerchi). Ad ogni cerchio (o cielo) era assegnata una schiera angelica ed era il primo mobile ad imporre un movimento armonico a tutti gli altri cieli. Era questo pensiero ad avere l’*auctoritas* nel Medioevo, quello di Aristotele dominava su tutti gli altri ed era appoggiato anche dalla Chiesa. Tuttavia, il Medioevo, non fu un’epoca buia come si pensava, ma, come dice Febvre, anche per edificare le cattedrali e le fortezze fu utilizzato un grande spirito d’osservazione, ma la matematica ancora non era applicata al mondo terreno. Quindi, ogni edificio e ogni oggetto, non veniva costruito basandosi sulla teoria o su calcoli precisi, ma sul senso comune e sull’esperienza. Eppure sembra strano: gli occhiali erano già stati inventati, non sarebbe servito molto di più per costruire un telescopio, un microscopio o un cannocchiale, ma quel che mancava era l’idea. A quel tempo, gli oggetti costruiti erano solo utensili, oggetti che servivano unicamente a potenziare le capacità delle membra umane; non c’era l’idea dello strumento, usato per andare oltre le naturali capacità umane. Perché non costruirono subito un microscopio? “Si sapeva che non c’era nulla da vedere, se ne era convinti, e non si guardava finché non si sapeva che c’era qualcosa da vedere”, mancava l’dea del costruire. Anche nell’alchimia (antenata della chimica) non ci si preoccupava nemmeno di fornire misure precise per gli elementi usati negli esperimenti: si davano misure imprecise basate sul senso comune: è questo il mondo del pressappoco, un mondo in cui il tempo non è calcolabile né calcolato, in cui nemmeno si sa con precisione quale sia la propria età. E tutto ciò sempre per lo stesso motivo: la matematica non poteva essere applicata alla fisica, non si poteva misurare niente che appartenesse al mondo terreno: questo era il pensiero comune e chiunque si

scontrasse con l’*auctoritas* veniva dichiarato eretico. Questo clima culturale tipico del Medioevo è ben rappresentato nella trasposizione cinematografica del libro “*Il nome della rosa*” di Umberto Eco. E’ in questa vicenda che si può verificare come il metodo di ricerca della Chiesa, basato sull’*auctoritas*, si scontrasse con il metodo di indagine scientifico, usato invece da Guglielmo da Baskerville. Come dice padre Jorge, un monaco benedettino, il sapere era pura ricapitolazione, non ricerca, si credeva non ci fosse più nulla da scoprire, ma andasse solo ricapitolato tutto quello che già era stato scoperto.



Guglielmo da Baskerville ne "Il nome della rosa"

Ne *“Il nome della rosa”* la vicenda è inventata, ma ci furono anche personaggi realmente esistiti che si schierarono contro il ruolo assolutistico dell'*auctoritas*. Primo fra tutti fu Niccolò Copernico, studioso polacco, che nel 1543 pubblicò un libro in cui esponeva la propria tesi. Ponendo il Sole al centro dell'Universo, elevò la Terra a corpo celeste.



La visione eliocentrica dell'Universo di Niccolò Copernico

La teoria di Copernico fu condivisa anche da Giordano Bruno, un monaco dell'epoca con idee molto moderne e non conservatrici. Egli, oltre a sostenere il modello eliocentrico di Copernico, ammise anche la possibilità dell'esistenza di più Universi, giustificando la sua tesi anche dal punto di vista religioso (all'epoca importante) affermando che, se l'amore di Dio era infinito, anche il suo creato doveva esserlo. Egli fu giudicato eretico e fu costretto ad abiurare le sue idee; non lo fece e fu condannato al rogo nel 1600. Contemporaneo a Giordano Bruno c'era Brahe che nel 1588 espose la sua teoria. Fu mediatore fra Tolomeo e Copernico: per lui, i pianeti ruotavano attorno al Sole e a loro volta attorno alla Terra. Il cielo, tolte le sfere cristalline, divenne un fluido, e il moto dei pianeti era dovuto all'anima motrice che Dio aveva messo in ognuno di essi.



Niccolò Copernico



Giordano Bruno

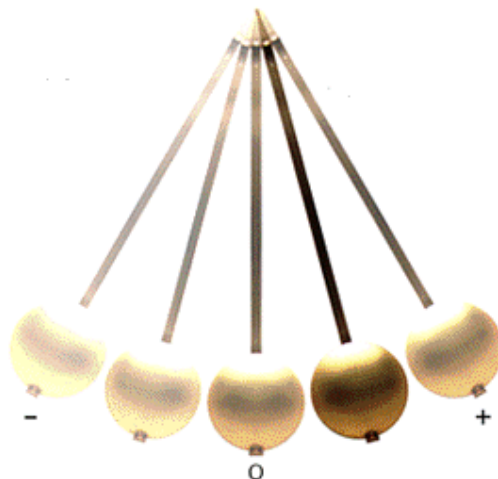


Tycho Brahe

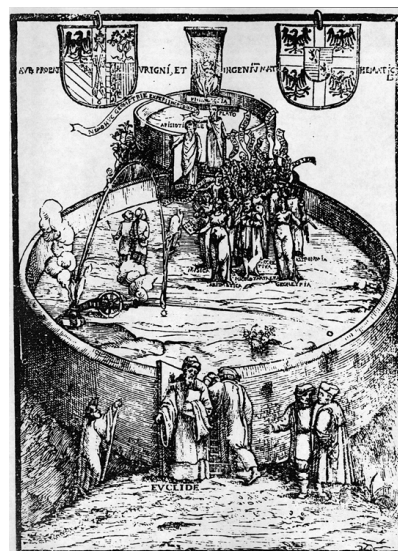
Fu Galileo Galilei a prendersi gioco di Brahe nel 1604. Egli scrisse un libro, principalmente per spiegare un fenomeno che stava avvenendo all'epoca: una fonte luminosa restò in cielo per diciotto mesi (ora sappiamo che si trattò di una supernova, ma a quei tempi orde di superstiziosi gridavano all'Apocalisse). La luminosità era variabile, ma Galileo la classificò comunque nelle stelle fisse (andando contro il principio secondo cui il cielo era perfetto e immutabile). Con ciò si può notare come Galileo non badasse molto agli schemi imposti dall'*auctoritas* e per questo prese di mira Brahe: ogni fenomeno aveva un spiegazione naturale, non soprannaturale (si riferiva all'anima motrice di Brahe). Oltre a questi studi sulla "Stella Nova", Galileo fu anche il primo a rompere definitivamente gli schemi di Aristotele: studiando il moto del pendolo applicò (primitiva volta nella storia) la matematica alla fisica.



Galileo Galilei



Ovviamente inizialmente fu molto criticato, ma col passare degli anni la matematica assunse un importante ruolo, testimoniato anche da una sorta di rifacimento della "Scuola di Atene" sul frontespizio di un libro di Tartaglia, in cui la filosofia si trova raffigurata qualche gradino sotto la matematica. Dal 1600 in poi la mentalità cambiò completamente, basti pensare che per Cartesio, filosofo razionalista, non era neanche più pensabile costruire qualcosa senza prima aver fatto dei calcoli. E con l'introduzione delle cifre arabe dal 1202, calcolare fu più semplice, non serviva più "un'attenzione profonda che affaticava lo spirito in poco tempo" (Pascal). Ciò che pare molto strano è come i calcoli e la matematica non furono applicati alla fisica prima del 1600: Pitagora aveva trovato addirittura l'*archè* nel numero e perfino la Bibbia diceva che Dio aveva basato il mondo sulla misura, sul numero.



Il rifacimento della "Scuola di Atene"

Allora, da cosa derivano le innovazioni tecniche del passato se la matematica non fu mai applicata alla fisica? "(...) dall'esperienza e dall'azione, dai successi e dagli smacchi (..)" (Koyrè). Ad ogni modo, dopo Galileo, tutto fu più semplice; si parlò anche di Rivoluzione Scientifica (collocata idealmente tra il 1543 e il 1684) che permise di passare ad un metodo di indagine sperimentale basato sui calcoli per studiare la realtà e tutto ciò che ci circonda. Ma fu davvero rivoluzione? Una rivoluzione, secondo Kuhn, avviene quando si ha un cambio di paradigma (il paradigma è "un insieme di modelli esplicativi, teorie e pratiche sperimentali, ai quali una comunità scientifica, per un certo tempo, riconosce la capacità di costituire il fondamento della propria ricerca",

come afferma Kuhn). Secondo Garber non è avvenuta una Rivoluzione Scientifica “se con questa espressione si intende indicare una discontinuità radicale”, ma ciò non toglie che i pensatori dell’epoca non fossero consci di vivere in un periodo di fermento.

Comunque, rivoluzione o meno, certo è che, se Galileo non avesse per primo applicato le regole della matematica alla fisica, il macchinismo sarebbe ancora un lontano miraggio anche per noi, così come lo sarebbe l’Universo della precisione in cui viviamo.

Giulia Molli

BIBLIOGRAFIA:

- D. Garber, *La rivoluzione scientifica*, in ‘Storia della Scienza’, vol. V, Enciclopedia Treccani.
- A. Koyre, *Dal mondo del pressappoco all’universo della precisione*, Piccola Biblioteca Einaudi, Vicenza, 2010.
- T. Kuhn, *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Biblioteca Einaudi, Vicenza, 2007.
- G. Beccaria, *Prima di Galileo e Newton la rivoluzione dimenticata*, in *Tutto Scienze e Salute*, inserto de *La Stampa* del 2-10-2013