

Storia della scienza

Marco Militello

Anno accademico 2022-2023

Indice

I	Parte generale	3
1	Introduzione	3
2	Nascita di una disciplina	4
3	Alcune teorie sullo sviluppo del sapere scientifico	4
3.1	Thomas Kuhn (La struttura delle rivoluzioni scientifiche)	5
3.2	Imre Lakatos (La falsificazione e la metodologia dei programmi di ricerca scientifici)	5
3.3	Paul Feyerabend (Contro il metodo)	6
3.4	Larry Laudan (Progress and its problems)	6
4	La scienza antica	7
4.1	Caratteri generali della scienza antica	7
4.2	Periodi e scuole principali della scienza antica	8
5	La nascita della scienza greca	8
5.1	Pitagora e il pitagorismo	9
5.2	L'essere e il divenire	9
5.3	Ippocrate	10
6	I grandi sistemi metafisici: Platone e Aristotele	11
6.1	Platone	11
6.2	Aristotele	12
7	La cultura scientifica ellenistica	14
7.1	La medicina ellenistica	14
7.2	Euclide	14
7.3	Aristarco di Samo	15
7.4	Archimede	15
7.4.1	Il principio di Archimede e il concetto di peso specifico	15
8	La breve rinascita dell'età imperiale (II sec d.C.)	15
8.1	Claudio Tolomeo	15
8.2	Galeno di Pergamo	16
8.2.1	La fisiologia galenica	16

9	Il declino della scienza moderna nel mondo occidentale	17
9.1	Negazione della scienza nel Medioevo	17
9.2	Il risveglio della cultura araba	17
9.3	Nascita delle università	18
10	La rivoluzione rinascimentale	18
10.1	Leonardo da Vinci e il mondo delle tecniche	19
11	La nascita della scienza moderna	20
12	Il rinnovamento dell'astronomia	21
12.1	Niccolò Copernico	22
12.2	Johannes Kepler	23
13	Il rinnovamento della medicina	23
13.1	Andrea Vesalio	23
13.2	Gabriele Fallappio	24
13.3	Bartolomeo Eustachio	24
14	Cartesio e il meccanicismo	24

Part I

Parte generale

01 marzo 2023

1 Introduzione

Alcune definizioni di scienza - il fatto di sapere, di conoscere qualche cosa; notizia, conoscenza - sapere, dottrina, insieme di conoscenze ordinate e coerenti, organizzate logicamente e con coerenza metodologica rigorosa (propria struttura in base all'epoca) - settore particolare delle indagini, del sapere, degli interessi scientifici - complesso di discipline che hanno delle affinità tra loro sia per i metodi di indagine sia per le conoscenze che vogliono acquisire (questa definizione, a differenza delle precedenti è già accettabile) - insieme delle discipline fondate essenzialmente sull'osservazione, l'esperienza, il calcolo o che hanno per oggetto la natura degli esseri viventi - la totalità delle varie scienze, il sapere scientifico. L'insieme delle cognizioni acquisite attraverso la ricerca scientifica - ambito teologico-religioso, con riferimento al divino, la facoltà intellettuale per cui Dio conosce le cose reali, o possibili, presenti o future

Scienza l'insieme delle discipline fondate sull'osservazione, l'esperienza, il calcolo o che hanno per oggetto la natura e gli esseri viventi e che si avvalgono di specifici metodi di indagine e di propri linguaggi formalizzati

Storia della scienza pluralità di approcci ricostruttivi delle vicende, dei personaggi, delle scoperte (teorie) che hanno contribuito al progresso scientifico e tecnologico, compiute attraverso un costante riferimento alle fonti primarie (edite o inedite: giustificazione a quello che si afferma) e secondarie (studi critici) e caratterizzati da profonde differenze metodologiche e da diverse priorità intellettuali
Grande crescita nell'ultimo secolo, istituzionalmente giovane

Perché studiare la storia della scienza?

Sviluppare un'attitudine critica; rivalutazione del passato e costruzione del futuro; la ricerca storica serve a impedire che i principi delle scienze degenerino in dogmi

Filosofia della scienza branca della filosofia che studia i fondamenti, gli assunti e le implicazioni della scienza, sia riguardo alla logica, sia riguardo alle scienze sociali

Interrogativi

- che cosa è davvero scienze e cosa no
- quali sono le procedure che gli scienziati dovrebbero seguire
- le condizioni per cui una teoria può essere ritenuta scientifica
- qual è lo status cognitivo, mentale, metodologico delle leggi e dei principi scientifici

La scienza è l'insieme di spiegazioni, fatti

La filosofia della scienza si occupa di quali siano le procedure e della logica della spiegazione scientifica

La storia della scienza si occupa della ricostruzione storica delle vicende

La storia della scienza ha bisogno delle fonti (sostanze per l'indagine):

- fonti primarie (centralità nel processo storico)
- fonti secondarie (es: letterature critiche [di cui si parla di altro])

02 marzo 2023

La storia della scienza non si occupa soltanto di scienziati e di scienza del passato, ma anche di come funziona la scienza e di come lavorano gli scienziati, ovviamente secondo una prospettiva storica, sincrona e diacronica, che fa ampio uso delle fonti

Fonti primarie hanno a che fare con testimonianze dirette (che possono essere anche libri), mentre le fonti secondarie hanno a che fare con testimonianze indirette (vede una differenza di livello nella fonte) [modelli anatomici, oggetti, laboratorie, accademie, aspetti istituzionali]

Quando si fa ricerca storica è fondamentale fare una premessa: storia significa essa stessa ricerca e necessità di attitudine critica, con costante riferimento alla fonte; legittimità nella grande catena del sapere

Concezioni del mondo (es: come gli antichi guardavano il sorgere del sole, è diverso da come lo guardiamo noi oggi, il pensiero è completamente diverso [Sole che si muove attorno alla Terra], riflessioni diverse sul movimento della terra)

Ragionamenti politici che spingono a virare su una certa teoria

Come si è prodotto il sapere? Quali sono le condizioni? Quali metodi?

Organizzazioni sociali che hanno portato alla produzione del sapere

Materialità, tecnologie che hanno reso possibili le osservazioni (es: telescopio)

2 Nascita di una disciplina

Da un punto di vista puramente accademico. Disciplina relativamente giovane: origine attorno alla fine del '800; vengono fondate le prime cattedre (prima cattedra di storia della scienza in Europa in Francia nel 1892 al Collège de France, Oxford nel 1926).

In Italia le prime cattedre arrivano tardi, solo nel 1979

Questo però non significa che prima non si faceva nulla di storia della scienza

Tuttavia il tentativo di ricostruire le vicende di una determinata disciplina scientifica ha da sempre accompagnato lo sviluppo della scienza occidentale, fin dall'antichità

Si usavano molto dei commentari, autori che riprendevano autori del passato come se fossero dei manuali

Dossografie deriva da doxa, opinione.

Rivoluzione scientifica segna un cambio di passo dal passato, segna un elemento di frattura con la tradizione del mondo antico

Dal XVII secolo storia delle scienze assume significato importante

Copernico dà inizio a rivoluzione, che si chiude con Newton

Discontinuità con il passato, ma sono importanti anche gli elementi di continuità con la tradizione

Importanza delle scienze fisico-matematiche che diventano delle verità universali e necessarie, grazie alla matematizzazione della natura; diventa importante il ruolo dell'esperienza. Ma c'è anche un periodo di latenza, per esempio per le scienze psicologiche, distinzione concetto di mente e di anima

Importanza della Encyclopédie (istruzione circolare): Diderot e D'Alembert. dizionario ragionato delle scienze, delle arti e dei mestieri; per tenere traccia dell'universalità del sapere

3 Alcune teorie sullo sviluppo del sapere scientifico

Il fenomeno scienza non si può descrivere solo come una coppia di termini (verificazione e falsificazione) [circolo di Vienna: positivismo logico]

Verificazione nella realtà noi cerchiamo ciò che io affermo; corrispondenza sul piano della realtà empirica.

Privo di senso tutto quello che non ha una verificazione

Falsificazione cerco aspetti che metta in crisi le mie teorie [Carl Popper]; cerco elementi che possano mettere in crisi la mia teoria. La mia teoria è valida solo se può essere in qualche modo falsificata

Questi modelli sono insufficienti a chiarire gli aspetti della scienza moderna, che ha sfaccettature di ordine politico, economico, istituzionale, etico e sociale

3.1 Thomas Kuhn (La struttura delle rivoluzioni scientifiche)

Le nuove teorie scintifiche non sorgono solo da falsificazione e verificaione, ma c'è sistema molto più complesso, l'alternarsi di periodi di scienze normali e periodi di rottura rivoluzionarie

La scienza non procede linearmente, ma per rotture, momenti in cui scatta il cambiamento

I periodi di scienza normale sono caratterizzati da paradigmi (es: paradigma geocentrico)

Paradigmi complessi organizzati di teorie o modelli di ricerca, o pratiche sperimentali ai quali la comunità scientifica dà massimo credito in una determinata epoca storica; esiste qualcosa che domina su tutti gli altri ed è il fondamento del resto

Le nuove teorie sorgono tramite sostituzioni di vari paradigmi con paradigmi (riorientamento gestaltico: riconfigurazione del mondo) nuovi secondo il seguente schema:

1. Fase 0: periodo di pre-paradigmatico. Non c'è paradigma dominante ma diverse scuole di pensiero che si scontrano. Periodo paragonato alle arti che non si possono uniformare, pluralità delle arti
2. Fase 1: fase di accettazione, fase di consenso del paradigma (o più paradigmi).
3. Fase 2: fase della scienza normale, in cui domina un determinato paradigma. Sussiste un accordo tra natura e teoria
4. Fase 3: nascita delle anomalie; qualcosa comincia a mettere in crisi il paradigma in questione
5. Fase 4: crisi del paradigma. Fase graduale in cui il paradigma arriva alla crisi e richiede una presa di posizione
6. Fase 5: rottura rivoluzionaria; e quindi alla definizione di un nuovo paradigma

Nuove anomalie possono mettere di nuovo in crisi i nuovi paradigmi a cui si è giunti (es: meccanica quantistica con fisica newtoniana)

Ogni osservazione empirica assume un significato diverso a seconda del contesto teorico a cui la si interpreta. I dati dell'osservazione sono carichi di teoria; la teoria stabilisce che cosa sia un fatto

I paradigmi quindi non possono essere tra loro paragonati, sono tra loro incommensurabili, uno esclude l'altro, non esistono edgli standard razionali per un proficui confronto. Paradigmi successivi ci dicono cose diverse, ogni paradigma viaggia per conto suo

L'accettazione di un nuovo paradigma avviene in seguito a una sorta di conversione dovuta a ragioni anche di tipo extrascientifico

Nella scienza non c'è progresso perchè si arriva sempre di più alla verità, ma perchè ci sllontana sempre di più da modelli inefficaci di spiegazione. Processo a partire da qualcosa, più che verso qualcosa. Lascio un modello che si è rivelato inefficace

3.2 Imre Lakatos (La falsificazione e la metodologia dei programmi di ricerca scientifici)

Programmi di ricerca parola fondamentale

Non accetta soluzione teoria di Kuhn. Sapere scientifico come serie di programmi in competizione tra di loro

Programmi di ricerca sono serie di teorie di scientifiche coerenti che obbediscono ad alcune regole metodologiche:

1. Nucleo (hard core): aspetto fuori discussione del programma di ricerca, che vengono considerate sacre, intoccabili. Insieme di teorie ritenute inconfutabili, a meno che non si decida di abbandonare queste teorie per quelle nuove
2. Cintura protettiva: insieme di teorie e di ipotesi che possono essere più facilmente ritoccabili. Ha la funzione di difendere il nucleo, ma anche funzione prescrittiva che dà luogo a due tipi di azioni
 - euristica negativa (vie negative che mantiene intatto nucleo)
 - euristica positiva (vie da seguire, che incoraggia a sviluppare il programma di ricerca)

Si hanno due diversi tipi di programmi scientifici:

1. Programma di ricerca progressivo per garantire lo sviluppo delle conoscenze
2. Programma di ricerca degenerante (pseudo-scientifici): ostacola il progresso della scienza, scopo difensivo

Quando si arriva all'insostenibilità si cambia teoria

3.3 Paul Feyerabend (Contro il metodo)

Sviluppa una prospettiva anarchica: non esiste un metodo unico, nessuno schema comune; la scienza procede in maniera quasi anarchica con metodo che di volta in volta si presenta più efficace, anche a seconda dei periodi storici. Non si ha un principio ma si procede in maniera anarchica

Distruzione di ogni metodologia scientifica precostituita

Esiste la libera inventiva della scienza di darsi un metodo, la scienza si dà un fine, i mezzi migliori per raggiungere quel fine in base al periodo; non esiste un'unica strada. Lotta contro il metodo, lotta per la libertà

La storia della scienza non è del tutto casuale, non possiamo stabilire un metodo universale

3.4 Larry Laudan (Progress and its problems)

Scopo della scienza è quello di risolvere i problemi.

Il problema risolto è alla base del progresso scientifico.

Lo scopo della scienza è quello di massimizzare la portata dei problemi empirici anomali e di quelli concettuali non risolti

Critica il concetto di paradigma e di programma di ricerca; non sono le teorie ad entrare in crisi, ma sono i metodi con cui queste teorie vengono sviluppati

Tradizioni di ricerca (elemento dinamico)

1. ha un certo numero di teorie specifiche
2. ha una propria visione delle cose che va applicata, una propria metodologia
3. ciascuna tradizione passa attraverso un certo numero di diverse e dettagliate formulazioni; in genere ha una lunga storia che si svolge in un notevole periodo di tempo, a differenza delle teorie che hanno vita breve

Le tradizioni di ricerca possono coesistere in un determinato periodo storico

07 marzo 2023

4 La scienza antica

Il mondo greco, più che il mondo romano risulta essere più importante dal punto di vista scientifico

Scienza filosofia del mondo antico

4.1 Caratteri generali della scienza antica

La scienza e la filosofia sono nati in Grecia?

Risposta difficile, dipende dalla prospettiva con cui guardiamo al mondo scientifico. Ma per quanto ci riguarda hanno un'origine greca

Concetto di *episteme* come conoscenza 'scientifica' certa e inconfutabile, contrapposta alla 'doxa' come opinione comune soggetta a interpretazione (illusoria)

Ma l'*episteme* greca non è la conoscenza scientifica nel senso moderno, così come gli scopi, la prospettiva e i metodi delle singole discipline (dalla fisica all'astronomia, dalla geometria alla zoologia, ecc.) sono sostanzialmente diversi da quelli delle corrispondenti discipline scientifiche moderne (es: astronomia: tra descrizione dei moti celesti e previsione del destino umano)

Aspetto qualitativo della scienza antica:

manca il raccordo fondamentale tra discipline geometrico-matematiche e lo studio del mondo fisico (caso della fisica aristotelica)

Impossibilità di prevedere il futuro sviluppo della scienza (verità eterna)

Differenza tra il contesto concettuale antico e moderno: non possiamo leggere con categorie posteriori qualcosa che è venuto prima.

Presenza di prospettive discordanti circa la definizione del campo d'indagine e della metodologia di una singola disciplina scientifica

La verità non è nascosta, ma è qualcosa che emerge, che è evidente



Figure 1: La scuola di Atene

Al centro dell'affresco si trovano i due massimi rappresentanti del pensiero antico:

- Platone: dipinto con le sembianze di Leonardo da Vinci, col mantello rosso, indica in alto (teorizza la superiorità della dimensione ideale rispetto alla concretezza del mondo materiale)

- Aristotele: vestito di blu, mano aperta che poggia verso il basso (concentra la sua attenzione sullo studio del mondo fisico)

A sinistra sullo sfondo domina la statua di Apollo, a destra quella di Minerva (rappresentano la razionalità). A sinistra Socrate, in veste color verde, dialoga con il gruppo di persone che gli sta davanti; più a sinistra c'è Epicuro, alle cui spalle è presente Federico Gonzaga fanciullo.

Al centro in primo piano c'è Eraclito, con le sembianze di Michelangelo (aggiunto dopo il suo lavoro alla Cappella Sistina, difatti il filosofo non era presente nel cartone preparatorio dell'opera), che appoggia il gomito su un grande blocco.

All'estrema destra si trova, con i tratti del Bramante, Euclide che disegna a terra. Inoltre è raffigurato Pitagora intento a scrivere su un libro.

Unica donna della scena, sulla sinistra, è la matematica d'Alessandria Ipazia, che sembra essere l'unico personaggio che volge lo sguardo a chi guarda l'affresco, nessun altro infatti sembra essere interessato ad entrare in contatto con l'osservatore.

Infine i due giovani che si trovano all'estrema destra in vesti contemporanee all'epoca della creazione dell'affresco sono degli autoritratti di Raffaello stesso con l'amico e collega Sodoma.

Il punto di fuga dell'affresco sta tra le due figure di Platone e Aristotele, quasi a voler indicare che il vero abbia le caratteristiche intuite da questi due filosofi, considerati il centro dello sviluppo del pensiero occidentale.

4.2 Periodi e scuole principali della scienza antica

1. Colonie greche in Asia:
 - Scuola di Mileto (Talete, Anassimandro, Anassimane)
 - Eraclito di Efeso
 - Scuola ippocratica di medicina, che aveva il suo centro nell'isola di Cos
2. Colonie greche in Italia e in Sicilia:
 - Pitagora di Crotone
 - Parmenide di Elea
 - Empedocle di Agrigento
3. Grecia orientale:
 - Anassagora di Clazomene nella Ionia prese dimora ad Atene e fu maestro di Pericle
 - Democrito di Abdera
4. Atene:
 - Socrate, Platone, Aristotele
5. Età alessandrina:
 - Matematici: Euclide, Archimede, Apollonio
 - Astronomi: Aristarco, Eratostene, Ipparco
 - Anatomisti: Erafilo ed Eristato
6. Periodo greco-romano:
 - dei pensatori greci di questo periodo i più conosciuti furono l'astronomo e geografo Tolomeo e l'anatomista e fisico Galeno

5 La nascita della scienza greca

La meraviglia alla base dell'atteggiamento filosofico è il motore della nostra attività razionale.

Problema del fondamento o principio di tutte le cose: studio della natura con l'intento di trovarne il principio esplicativo (che è anche legge e principio morale) a partire dal quale sia poi possibile spiegare

tutta la realtà, a prescindere dal ricorso al mito

Questo principio fisico viene rintracciato nella natura (forza generatrice)

Il mondo greco non conosce l'idea di creazione dal nulla, ma domina l'idea che la materia ci sia da sempre e che non ci sia una divinità → dimensione di eternità della materia e di eterne sue generazioni; non c'è un principio generazionistico

Ci troviamo in Asia minore

- Talete di Mileto: acqua → all'interno di tutte le cose c'è una radice di umidità
- Anassimene di Mileto: aria → dall'aria per varie rarefazioni, condensazioni, si sviluppano le cose
- Eraclito di Efeso: fuoco → dal fuoco si separano i vari elementi (parla anche di dinamiche tra opposti, la natura come divenire); tutte le cose vivono un cambiamento, ma trovano unità nel principio del fuoco

5.1 Pitagora e il pitagorismo

Pitagora di Samo si trasferisce a Crotone dove costruisce la sua scuola (quasi una vera e propria setta religiosa)

Sposta l'obiettivo da elementi della dimensione naturale a qualcosa che già si lega a un'azione del pensiero: il numero

Numero intero come fondamento di tutte le cose e principio del cosmo.

Numero come simbolo (numeri pari e dispari); valenza mistica e magica → diventa la chiave per spiegare la grande catena di opposizioni che caratterizza la nostra realtà (limitato/illimitato, luce/tenebra, mobile/immobile, dritto/curvo, uno/molteplice, buono/cattivo, vero/falso)

Dualismo filosofico di fondo (opposizione originaria) tra il limite (dispari) e illimitato (pari):

- pari lasciano spazio all'illimitato
- dispari rappresentano limite, perfezione, compiuto

es: $5 = 2+3$ → somma primo numero pari e primo numero dispari (escluso l'uno) = unione tra maschile e femminile → ogni aspetto della realtà ha la sua corrispondente spiegazione numerologica

Aspetto discontinuo della realtà fisica (granularità)

Ipotesi della sfericità della terra: la sfera (simbolo di perfezione) è perfetta perchè ha tutti i punti equidistanti dal centro

Filolao di Crotone ha fornito una primissima idea di decentramento della Terra: al centro dell'universo c'è un grande fuoco che dà la vita e riscalda tutto l'universo

Il problema degli irrazionali e la crisi del pitagorismo: scoperta della diagonale del quadrato

5.2 L'essere e il divenire

Altro gruppo di autori che ha centrato la sua attenzione sul rapporto tra la realtà delle cose (l'essere) e il loro cambiamento

- Parmenide di Elea. la realtà è una grande illusione, doxa che nasconde la verità cioè che l'Essere (principio che permea la realtà delle cose) nella sua vera natura è eterno, immutabile e unico → in realtà nulla cambia è tutto fisso, invariabile (atteggiamento metafisico). La vera conoscenza non è sensibile, ma puramente razionale

- Zenone di Elea: autore di diversi paradossi (Achille e la tartaruga) per dimostrare che non esiste il movimento, il tempo, il cambiamento, ma che tutto è un enorme eterno, invariabile, unico essere
- Eraclito di Efeso: la realtà non “è”, ma *diviene*, è come un fiume che non permette mai di immergersi due volte nella stessa acqua → *panta rei* (tutto scorre), mutevolezza delle esperienze; unità degli opposti
- Empedocle di Agrigento: rifiuta unicità dell’essere; la realtà è fatta di più aspetti diversi, dottrina delle radici delle cose (acqua, terra, aria, fuoco) e delle loro combinazioni per effetto di due forze che tengono insieme e disgregano le cose: amore e odio → si assiste ciclicamente a fasi di strutturazione e fasi di disgregazione della realtà che danno luogo alla possibilità di generarsi di diversi mondi (idea trasformista di fondo)
- Anassagora di Clazomene: dottrina dei semi, infiniti per numero e per varietà, contenenti ciascuno una parte di tutte quelle sostanze che noi conosciamo empiricamente; ciascun seme è parte di un’unica grande realtà naturale che è tenuta insieme da una sorta di intelletto indefinito, il *nous*, il quale scandisce di volta in volta la generazione e la corruzione della realtà materiale
- Democrito di Abdera e l’atomismo: l’atomo è non divisibile, è la particella ultima costitutiva delle cose, la realtà è fatta di tanti atomi che sono qualitativamente identici, quantitativamente diversi per forma e per grandezza, eterni e immutabili. Gli atomi sono soggetti a movimenti di unione e divisione che generano infiniti mondi → prospettiva materialista (riduce mondo naturale a dimensione fisica degli atomi), ateista (esclude interventi divini), meccanicistica (tutta la realtà è spiegabile in termini meccanici, di movimenti di atomi), causalistica (i movimenti danno luogo a una catena di eventi che siamo in grado di ricostruire attraverso i principi di causa-effetto) → Nulla si crea, nulla si distrugge, ma tutto si trasforma

Successivamente avviene una rottura; gli autori del IV secolo a.C. smettono di interrogarsi sul problema dei principi che sono alla base del mondo naturale e iniziano la costruzione di grandi sistemi metafisici onnicomprensivi che cercheranno di spiegare la totalità della realtà sulla base di nuovi presupposti

08 marzo 2023

5.3 Ippocrate

Possibilità di conoscere la vera natura della medicina, che è una vera e propria tecnica, con ricaduta operativa

La vita è breve, l’arte è lunga, l’occasione è fugace, l’esperienza è fallace, il giudizio è difficile

La tecnica è l’applicazione operativa di un sistema di concetti: la medicina è qualcosa di pratico (medicina razionale)

Ippocrate era diventato capo nel centro medico; tantissimi leggende sulla sua vita: Ha lasciato un corpo di opere *Corpus Hippocraticum*

L’idea di medicina come sapere pratico, modello operativo, destinato a sostituire il sapere precedente; ha al cuore il risvolto pratico. Struttura metodica propria, con conoscenze precise, tecniche.

L’anatomia era ancora molto sconosciuta, scarsa conoscenza anatomica, si basava su anatomia animali. Il compito della medicina è di osservare i sintomi del corpo e non l’interno, e poi proporre delle possibili cure. Il medico deve sapere dove intervenire e di capire dove lasciare che sia la natura a curare il corpo (capacità curative della Natura)

Due battaglie:

1. contro la superstizione: la medicina deve essere razionale.
Epilessia veniva spiegata come un intervento divino, con corpo che diventava schiavo della divinità.

- Ippocrate individua un ordine secondario di cause che possono essere spiegate senza la divinità
2. Contro la negazione della validità dell'arte medica: questa tecnica deve stare a metà tra teoria ed esperienza; deve avere anche consapevolezza storica
- Necessità di liberarsi dalle incrostazioni della mitologia

Ippocrate propone ragionamento filosofico, fino ad arrivare a medicina laica

Tutte le malattie per Ippocrate sono malattie fisiche, non esistono malattie mentali, tutte cause somatiche, origine organica

Teoria degli umori: tutte le malattie che possono colpire l'uomo hanno origine da umori

Umori sostanza che circola nel corpo umano; l'equilibrio nel corpo è necessaria per la salute. Quasi tutte le malattie hanno origine da squilibrio umorale

4 tipi di umore

- Sangue: prodotto dal cuore è caldo e umile e si unisce all'aria
- Bile gialla: prodotta dal fegato, è calda ma secca e si lega al fuoco
- Bile nera: prodotta dalla milza, è fredda e secca e si lega alla terra
- Flegma: secrezione del cervello, freddo e umido, legato all'acqua

Questi umori interagiscono per la salute e la malattia del corpo

Se prevale bile nera subiamo stato di depressione melanconica

Centralità del cervello: è il centro e il regolatore della vita affettiva e intellettuale dell'uomo e fondamento della salute mentale

Giuramento di Ippocrate: si basa sulle divinità delle tecnica (Apollo) e della medicina (Asclepio)

Il maestro è pari ai genitori, sorta di trasmissione di materie e di saperi che non ha prezzi.

Il sapere medico deve restare chiuso in un numero limitato di persone

Il medico non può provocare la morte, deve avere vocazione per salvare la vita

Per secoli medico e chirurgo erano figure diverse; il medico era considerato in maniera molto più positiva rispetto a chirurgo che era assimilato di più a un macellaio

6 I grandi sistemi metafisici: Platone e Aristotele

Pensiero filosofico diventa in grado di spiegare ogni aspetto della natura dell'uomo

Socrate ha fornito strumento del dialogo, importante per la focalizzazione sui problemi dell'uomo

Importanza di Socrate è rivolta al dialogo (metodo critico e antidogmatico); strumento razionale importante per la critica, tendenza a sminuzzare i problemi e giungere a riassunto finale

Condanna a morte per corruzione dei giovani

6.1 Platone

Allievo di Socrate, che scrive a proposito del suo maestro, che invece non ha scritto nulla

Platone ha esasperato scissione da mentalità e fisicità: divisione tra mondo idee e mondo della materia fisica. Quando conosciamo mondo fisico cadiamo in errori, nostri sensi hanno qualcosa che non fa tornare i conti, i sensi ingannano

Modo migliore di conoscere è quello di usare la ragione, così siamo in grado di giungere a un mondo diverso, dell'idealità; le idee sono veri enti immutabili, la realtà è solo brutta copia delle idee, copie imperfette (dualismo): svalutazione dell'indagine scientifica

Le idee sono vere realtà perfette, che sono molteplici

Dualismo idee e realtà, che però non sono equivalenti, idee sono molto meglio della realtà

La conoscenza è reminiscenza: per Platone siamo dotati di un'anima (immortale) che ha vissuto in altri corpi, che è trasmigrata, avendo la possibilità di conoscere il mondo delle idee, ma poi ha subito poi la schiavitù del corpo; conoscenza è la possibilità di ricordare quello che già conosciamo grazie alla nostra anima che è immortale

- Svalutazione dei sensi (anche dell'arte) ed esaltazione di ragione e intelletto
Rimane solo il sapere geometrico e matematico, grazie alla ragione che è in grado di indagare e ci permette di raggiungere il culmine della conoscenza (intelletto)
Studi matematici prendono piede in maniera proporzionata, sviluppata in maniera quasi perfetta, mentre la fisica subisce un brusco frenamento
Critica dei tentativi di spiegare il mondo in maniera meccanica
- Carattere mistico attribuito ai numeri che impedisce l'applicazione della matematica allo studio del mondo empirico

09 marzo 2023

6.2 Aristotele

Il più importante allievo di Platone; vive in un periodo molto diverso da quello di Platone: crisi delle città-stato greco, con il prevalere delle civiltà macedoni (Aristotele è il maestro privato di Alessandro Magno)
Si assiste a un venir meno a una passione della politica

- All'età di 17 anni entra nella scuola di Platone e ci resta per circa 20 anni, fino alla morte del maestro
- Costruisce sua scuola ad Atene, dove tiene corsi ed insegnamenti
- A Tebe viene chiamato da Filippo il Macedone, dove diventa il maestro privato di Alessandro Magno; prende una posizione di notorietà, dove può approfondire la sua conoscenza e istruisce Alessandro Magno per potersi esporre come sovrano
Posizione dispotica di Alessandro, allora Aristotele ne prende le distanze
- Ad Atene (dove aveva fatto ritorno) sfrutta sue conoscenze per fondare sua scuola filosofica che prende il nome di **liceo**
Era dotata di cortile interno e di un cammino interno (da cui prende il nome di *peripatetica*)
- Muore Alessandro Magno provoca l'insurrezione nazionalistica ateniese, situazione che mette in pericolo anche la vita di Aristotele
- Aristotele fugge in un'isola dove però avrà vita breve

Ha lasciato corpus di opere molto ampio, ha scritto su qualsiasi cosa, si è occupato di logica, di filosofia, di metafisica, di fisica, di meteorologia, di retorica (tragedie greche), di ricerche biologiche

Ha influenzato sia nel bene che nel male la scienza: alcuni suoi errori grossolani sono stati assunti come delle verità assolute (fine Medioevo) grazie alla sua autorità

Presupposti filosofici di fondo

- Negazione dualismo platonico del mondo delle idee e del mondo della realtà: Aristotele vede nella realtà delle cose materiali l'unione dell'elemento reale e dell'elemento ideale
- Rivalutazione del concreto rispetto all'ideale: le cose non sono delle copie sbiadite, ma le cose sono l'unione dell'idealità e della materialità; l'idea non sta da qualche altra parte, ma avvolge la materia e va a configurare l'essenza stessa della materia, l'idea è la forma della sostanza
- Dualismo tra materia e forma: concetti che elabora in maniera completa nell'opera della *metafisica*: distinzione dualistica nella considerazione unitaria della realtà che ha sia elemento materiale sia

elemento formale; le cose sono composte da base materiale e da una sorta di involucro formale, la forma è ciò che fa sì che quella cosa sia quella cosa lì (sostanza ci dice che cos'è una determinata cosa nella realtà)

Tutte le sostanze sono un'unità di materia e forma

Il passaggio di stato, il cambiamento come passaggio fondamentale tra due condizioni, il passaggio dalla potenza all'atto: la materia è qualcosa di potenziale rispetto alla forma, la potenza è la semplicità possibilità di essere o di esistere nella realtà; il passare dalla potenza all'atto significa passare dalla possibilità all'effettiva realizzazione della realtà

La sostanza è l'elemento individuale concreto che è fatto di materia e di forma: la materia è ciò di cui è fatta, ma la forma è ciò che fa sì che quella cosa sia (maggior peso all'aspetto formale, perché ci permette di riconoscere le cose, la forma è sostanza). Ogni sostanza è un ente autonomo, cioè qualcosa che a differenza degli accidenti, ha vita propria (caratteristiche aggiunte)

- Le 4 cause sono tutte specificazioni o articolazioni della sostanza, che è la vera causa dell'essere:
 - materiale
 - formale: la forma che è necessaria per la definizione della cosa, la causa formale dell'uomo è la razionalità
 - efficiente: è l'unica delle 4 cause che sopravvive alla scienza moderna; è ciò che dà origine al cambiamento, all'origine di qualcosa (il padre è la causa efficiente del bambino)
 - finale: rimanda al fine, allo scopo a cui un'azione tende, è ciò che guida al cambiamento verso qualcos'altro; ragione interna che guida al cambiamento
- Elemento divino: esiste un'origine (no possibilità dell'infinito), un principio primo, l'atto puro che non è mosso da niente, non è generato da niente (immobile), ma è causa del movimento (primo motore)

Cosmologia aristotelica universo fatto come da enorme sfera chiusa al di fuori della quale non c'è nulla; nostro universo non è in alcun posto, esiste unità divina che si trova fuori da ultimo cerchio, ma non possiamo dire che si trova in alcun luogo (no prova empirica, ma deve servire a far quadrare i conti)

La cosmologia di Aristotele prevede rigida separazione tra totalità mondo fisico; l'universo è suddiviso in 2 grandi dimensioni: mondo celeste fatto di etere (5 essenza) ed il mondo sublunare fatto dei 4 elementi naturali

Il mondo celeste è il più perfetto che possa esistere perché fatto della sostanza perfetta

I cambiamenti possono esserci solo nel mondo sublunare, non possono esserci nel mondo celeste

Il centro dell'universo è la Terra, che dobbiamo immaginare come una sfera perfetta in cui al suo interno sono contenute delle altre sfere

La Terra, sferica, si trova al centro dell'universo ed è ferma; attorno a Terra orbitano i pianeti fatti solo di etere (luna, mercurio, venere, marte, giovè, sole e saturno); si muovono in un sistema di sfere concentriche (sfere celesti). L'ultima sfera che racchiude nostro universo è la sfera delle stelle fisse, si muove la sfera, non le stelle, che ci permette anche di vedere le costellazioni

Queste sfere sono anche loro fatte di etere

Idee sfere sono prese da Eudosso (matematico), che vedeva le sfere come semplici proiezioni matematiche

Sotto la Luna abbiamo sistema di sfere materiali: fuoco, aria, terra, acqua. Queste sostanze sono mescolate l'una con l'altra; i corpi a seconda della materia di cui sono fatti tenderanno verso i loro luoghi naturali. Terra e acqua tendono verso il basso, mentre aria e fuoco tendono verso il basso; moto naturale è sempre solo naturale. Caduta corpi dovuta alla sua tendenza ad andare verso il suo luogo naturale (moto violento contro natura quando forzò il moto verso un luogo che non è il suo); corpi più pesanti caduto più velocemente verso il basso

Carattere teleologico della concezione aristotelica della natura

La natura è governata da motore divino indeterminato che non è mosso da niente; esiste principio che muove le cose e che governa il destino delle cose materiali

Aspetto biologico e naturalistico; Aristotele ha fornito dei contributi importanti.
Ha prodotto due testi

1. *Historia animalium* : indagine ricca sugli animali, curiosità notevole verso un argomento che Platone non si sarebbe mai occupato; uno dei capi saldi delle materie di questo genere. Il tema fondamentale è che le specie animali sono eterne ed immutabili
2. *De generatione animalium*: la generazione è una sorta di trasmissione di forma

Il cuore viene visto come sede dell'intelligenza, andando contro alla tradizione ippocratica; il cervello inteso come organo di raffreddamento del sangue e di vari fluidi. La respirazione spiegata come operazione di banale raffreddamento

Aristotele segna la fine della grande classicità greca, dando origine all'ellenismo

7 La cultura scientifica ellenistica

Alessandria d'Egitto diventa centro importante dopo la morte di Alessandro Magno: fondazione del *Museo* e della *Biblioteca* che conserva tutto il patrimonio culturale del mondo antico

Nasce la figura dell'erudito, ci si ritira nella sua concezione intellettuale e ci si comincia a specializzare (scienziati di professione)

La scienza si distacca tra la scienza e la filosofia: lo scienziato diventa professione indipendente da filosofo, il filosofo si ritira in scuole che sono sempre più chiuse, che hanno come obiettivo il benessere del singolo

Sviluppo fecondo ma breve della medicina, della matematica e dell'astronomia

7.1 La medicina ellenistica

Sistemazione del *Corpus Hippocraticum* nella versione che ancora oggi conosciamo
Specializzazioni sempre più marcate da parte dei medici, compresi anche i chirurghi

Erofilo di Calcedonia viene considerato uno dei primi anatomici della storia, con studi sul cervello, sul sistema nervoso e anche sull'intestino (duodeno)

Erasistrato di Ceo introduce studi su sistema vascolare, ma in modo particolare introduce concetto di spirito vitale con scopo di vivificare gli atomi del corpo umano

14 marzo 2023

7.2 Euclide

Sappiamo molto poco della sua vita; ha insegnato ad Alessandria; la maggior parte dei suoi scritti sono andati perduti

- Elementi (13 libri) = geometria piana elementare e aritmetica
- Uso del metodo deduttivo: distinzioni tra basi (termini, postulati e nozioni comuni/assiomi) e conseguenze da esse dedotte -influenza filosofica/platonica e di tutti i maggiori filosofi greci (geometria euclidea può avere vita propria a prescindere dal suo contatto con la realtà/dimensione fisica) → entità razionali che vivono in maniera autonoma
- i 5 postulati (richieste che il matematico fa allo studioso che gli impongono di accettarle come vere):
 - è sempre possibile tracciare una retta tra due punti qualunque
 - è sempre possibile prolungare una retta (la geometria di Euclide rimane ancorata ad un mondo finito)

- è sempre possibile costruire una circonferenza di centro e di raggio qualunque (ossia è sempre possibile determinare una distanza minore o maggiore)
- tutti gli angoli retti sono tra loro congruenti
- data una retta e un punto esterno ad essa esiste un'unica retta passante per detto punto

Quest'ultimo postulato non ha mai convinto del tutto Euclide, che infatti ha fatto attenzione a non utilizzarlo per spiegare i primi 28 teoremi; questo significa che questo postulato ha più la forma di teorema che va dimostrato e per secoli si è dibattuto → da questo dibattito nascono le geometrie non euclidee (negando il quinto postulato, ammettendo che lo spazio euclideo si possa curvare positivamente o negativamente) Questi sono modelli coerenti di geometrie non euclidee nei quali per esempio anche teoremi della geometria euclidea vengono modificati

A dare inizio al dibattito fu Gerolamo Saccheri nel tentativo di dimostrare la perfezione del modello euclideo

7.3 Aristarco di Samo

Aveva avanzato l'ipotesi che le cose non fossero come le aveva descritte Aristotele, ma ipotizzava che al centro dell'universo ci fosse il sole

Primo astronomo a sostenere l'ipotesi eliocentrica e ha ipotizzato anche il moto di rotazione della terra oltre che di rivoluzione

Questa teoria venne poi dimenticata per vari secoli

Scrive anche breve trattato *Delle dimensioni e le distanze del sole e della luna*

7.4 Archimede

Uno dei maggiori interpreti degli studi ellenistici

Si occupò di aritmetica, geometria, fisica, astronomia, ma anche di meccanica applicata grazie ad alcune invenzioni

7.4.1 Il principio di Archimede e il concetto di peso specifico

Un corpo immerso in un liquido riceve una spinta dal basso verso l'alto pari al peso del liquido spostato

15 marzo 2023

8 La breve rinascita dell'età imperiale (II sec d.C.)

Premessa: la decadenza dello spirito scientifico a partire dal II secolo a.C.

8.1 Claudio Tolomeo

Ha fissato ad Alessandria

Mathematikè Syntaxis o Almagesto: testo base del sapere astronomico dell'antichità (fino a Copernico)

Divide la ricerca teorica in 3 grandi blocchi:

- teologico → definire una teologia (studio delle divinità)
- fisico → fisica aristotelica del mondo sublunare
- matematico → astronomia teorica (per lo studio dei cieli)

Richiamo alla fisica di Aristotele (cieli sferici di etere, terra sferica immobile al centro dell'universo, luoghi naturali, movimento, ...)

Nell'Almagesto espone anche le argomentazioni contro il movimento della Terra: con il moto di rotazione e rivoluzione lascerebbe indietro tutti i corpi che le stanno sopra, nuvole e uccelli si muoverebbe sempre verso ovest, i corpi pesanti non cadrebbero mai verticalmente

Elaborazione di un modello geocentrico che comprende epicicli, deferenti ed equanti

equanti ulteriore sfasamento rispetto al centro dell'orbita

Sufficiente precisione nei calcoli

Presenza di un catalogo di stelle e costellazioni

L'interesse di Tolomeo per l'astrologia e la divinazione: gli astri influenzano il mondo terrestre (spiegato in termini mistici e divinatori, non scientifici)

8.2 Galeno di Pergamo

Si è formato alla scuola medica di Alessandria, si trasferisce a Roma dove diventa medico personale dell'imperatore Marco Aurelio

Vera autorità medica del mondo antico e tardoantico: promotore di una sintesi grandiosa e originale della scienza antica

Si ricollega alla tradizione classica, ma poi tende a sviluppare una forma personale

Il miglior medico è anche filosofo: necessità di affrontare gli aspetti metodologici, teorici ed etici della medicina, intesi come ricerca globale

Preminenza assoluta dell'idea di una causa finale: come la natura è artefice di tutte le cose e segue un piano stabilito così anche il corpo umano risponde a una struttura finalisticamente determinata, ha la sua organizzazione interna

Organicismo ricondurre la spiegazione dei fenomeni alla dimensione organica a prescindere da spiegazioni che possano pensare l'azione di qualcosa che non faccia parte della dimensione fisica → teoria degli umori (fluidi organici in azione nel corpo il cui equilibrio crea la salute, il disquilibrio crea la malattia)

Galeno recupera questa teoria ippocratica e la amplia, sviluppando una sorta di psicologia: questi umori non sono soltanto responsabili della salute fisica, ma agiscono anche in funzione della psicologia dell'individuo

Le facoltà dell'anima seguono i temperamenti del corpo: dottrina dei temperamenti in relazione anche con le dinamiche astronomiche e stagionali

- Flemmatico: con eccesso di flemma; è beato, lento, pigro, sereno e talentuoso
- Melanconico: con eccesso di bile nera; è magro, debole, pallido, avaro, triste
- Sanguigno: con eccesso di sangue; è rubicondo, gioviale, allegro, giocoso (anche sessualmente)
- Colerico: con eccesso di bile gialla; è magro, asciutto, di bel colore, irascibile, permaloso, furbo, generoso e superbo

Questa teoria gode di un credito pressochè indiscusso almeno fino alla metà del 1600, con la scoperta della circolazione sanguigna

8.2.1 La fisiologia galenica

Fisiologia basata sullo studio degli animali

Caratterizzazione fisica di determinate parti dell'animo umano (3 facoltà dell'anima): razionalità (cervello), passionalità [irascibile, volitiva] (cuore) e appetitività [concupiscibile, desiderio] (fegato)

L'anima non è un aspetto indipendente rispetto al corpo, è la forma del corpo (Aristotele)

Concetto di pneuma principio fondamentale di vita, soffio vitale che attraversa gli organi del corpo

Esistenza di fori invisibili tra parete destra e sinistra del cuore, setto che permette comunicazione tra le due parti del cuore

Fegato come organo di produzione del sangue: avviene tramite la digestione del cibo che diventa *chilo*, arriva al fegato e con una serie di trasformazioni diventa sangue

9 Il declino della scienza moderna nel mondo occidentale

Con Tolomeo e Galeno si ha periodo di fine della scienza antica; inizia un periodo di decadenza della medicina, della fisica e dell'astronomia

Questi grandi sistemi si cristallizzano come blocchi inamovibili, come se il sapere del mondo antico fosse giunto al suo capolinea, come se non ci fosse più niente da dire o fare in più

Cristianesimo ed ebraismo trovano un'armonizzazione nella dottrina platonica

Periodo di lenta decadenza nella società romana; i romani avevano abilità tecniche e operative, non concettuali e di sviluppo del pensiero

Nella letteratura scientifica non si trova nulla di nuovo, uno dei pochi è il grande Vitruvio che però più che altro esplicitava praticamente alcuni concetti

I romani imitano la cultura greca in campo filosofico e riadattano ai loro usi

Il rapporto tra scienza e cultura nella società romana si manifesta nell'attitudine a tradurre le scoperte scientifiche in termini tecnici e applicativi

Religione e scienza presso i romani: progressivo sviluppo di aspetti di natura religiosa, mistica, magica che arrivano anche dall'Oriente → si sviluppano altri culti oltre a quello romano

Anche gli aspetti filosofici acquisiscono una caratterizzazione religiosa, mistica, ascetica

9.1 Negazione della scienza nel Medioevo

Tutto quello che c'era da sapere è già stato detto

Preminenza della teologia su ogni altra attività intellettuale: nelle Sacre Scritture era custodito il vero sapere (il resto sono solo ipotesi)

L'esempio di Sant'Agostino di Ippona (vescovo cristiano): visione negativa della scienza a favore della valorizzazione di aspetti filosofici e teologici

Il rapporto tra religione e scienza è impari: elemento religioso come criterio di verità sul mondo e la scienza di trova schiacciata dalla verità della fede

9.2 Il risveglio della cultura araba

Attrazione verso il mondo greco, trasmette i testi che altrimenti sarebbero andati perduti (+ grazie al monachesimo)

Fioriscono Damasco, Baghdad, delle scuole modellate su Alessandria d'Egitto per trasmettere il sapere
Arabi grandi matematici

9.3 Nascita delle università

Prima dell'anno mille i centri scolastici erano legati ai monasteri, a partire dal XII sec. crescono le scuole cittadine legate alle cattedrali o alle abbazie e attorno ad esse si concentrano studenti e maestri i quali danno origine a delle associazioni, corporazioni con lo scopo di difendere l'interesse dei membri e di regolarne l'insegnamento e la formazione, successivamente da qui nascono le prime università

Università più antiche: Bologna, Padova, Napoli, Oxford, Parigi

Nelle università non esisteva più la figura del maestro che educava fornendo un sapere enciclopedico, generale, ma ciascuno di essi si specializza in una disciplina

Nascono gruppi di discipline che costituiscono la base dell'educazione: le sette arti liberali (praticate da uomini liberi), ovvero il trivio (grammatica, retorica, logica) e il quadrivio (aritmetica, geometria, musica, astronomia)

A queste 7 si sommano le due discipline regine: la filosofia e la teologia (vera verità)

Si discute di nuove teorie, ma in via ipotetica perché in ultima istanza l'unico sapere che ha la validità assoluta e universale è quello delle Sacre Scritture

C'è la libertà di espressione fintanto che non mettano in discussione il dettato biblico

Si pongono i semi di un sapere rinnovato che poi germoglieranno nella Rivoluzione scientifica

16 marzo 2023

10 La rivoluzione rinascimentale

Tre fatti fondamentali:

- Recupero del mondo classico e formazione di una nuova concezione dell'uomo, della natura e del divino
- Travaglio religioso
- Elaborazione del metodo matematico-sperimentale e avvio della scienza moderna

Temi principali:

- Rilievo dato al valore dell'individualità
- Ritorno al mondo classico
- Nuovo interesse per la natura e per i dispositivi tecnici atti a dominarla
- Nuovo atteggiamento di fronte al mondo naturale
- Affermazione del ruolo della matematica

Unità di conoscenza e prassi come ideale dell'uomo rinascimentale. Rinascimento si affaccia al mondo Occidentale come cultura fresca e viva che sa unire la scienza e la tecnica; grazie a questa unità che può prendere passo la rivoluzione scientifica

Il caso della pittura e dell'architettura è emblematico. L'Italia ha fornito un contributo enorme.

La prospettiva è ciò che unisce l'architettura e la conoscenza scientifica-matematica: perfezione artistica con conoscenza matematica-geometrica

- Filippo Brunelleschi: importanza prospettiva nel senso geometrica; occhio che svolge un elemento fondamentale. Cupola della chiesa in Santa Maria del Fiore
- Leon Battista Alberti: autore di serie di trattati di pittura → Santa Maria Novella
- Piero della Francesca: ha davvero dato contributo teorico di grande rilievo con un trattato specifico sulla prospettiva *De prospectiva pingendi* → pala di Montefeltro.

La prospettiva ha il compito fondamentale di determinare le regole tecniche per costruire un disegno esatto dopo che è stato dato l'oggetto da disegnare e la posizione dell'occhio che lo deve osservare (ottica)

- Albrecht Durer: opera di geometria con lo scopo di insegnare didatticamente la prospettiva, la geometria. Nuovo criteri di bellezza della prospettiva
- Bramante: architetto dalla genialità notevole → l'abside della chiesa di Santa Maria San Satiro

Della matematica viene riconosciuto il ruolo fondamentale nella creatività artistica

10.1 Leonardo da Vinci e il mondo delle tecniche

Per Leonardo l'elemento della matematica si unisce a bellezza artistica; si traduce in una serie molto feconda in ambito ottico, astronomico, meccanica applicata, anatomia, ambito militare e urbanistico

L'aspetto meno felice è il carattere poco organico dei suoi scritti: aveva abitudine di scrivere i suoi appunti in maniera crittografata, in maniera disordinata; appunti a progetti a cui non ha poi elaborato in maniera completa

Non disponiamo di veri e propri lavori scientifici, ma disponiamo solo di codici (es codici sugli uccelli)

Profonda concezione organica della natura: idea di una natura viva, unica, unita che per può essere indagata matematicamente. Una delle intuizioni sta nel ruolo che riconosce alla matematica; la matematica è fatta di rigore, di consequenzialità.

Si cerca di spiegare i fenomeni naturali senza il ricorso di cause sovranaturali

Gli elementi sovranaturali non devono in alcun modo intervenire a modificare i dati dell'esperienza. L'esperienza sensibile con la matematica definisce una conoscenza attendibile sulla realtà

Causa non può essere mai ascritta a qualcosa di sovranaturale, di qualcosa che non abbia un legame diretto con l'esperienza; il concetto di causa viene ricondotto nei limiti di concatenazione di fenomeni naturali e non può andare oltre. Non esistono degli influssi o delle forze di tipo spirituale, le cause sono solo di tipo naturale

In questo Leonardo anticipa un ordine di idee che verrà ripreso da Galilei

Critica al concetto di spirito: quando si indaga natura si deve restare all'interno della natura, le cause sono solo di ordine fisico

Concetto di causa definisce ordine di relazione tra i diversi fenomeni naturali

Concetto di legge e di teoria e di richiamo all'esperienza

Leonardo vede la legge come una sorta di organizzazione dell'esperienza, che è fatta di tanti frammenti diversi; la legge dà una sorta di unitarietà.

La teoria è una sorta di guida che illumina la nostra esperienza

Prima intuizione del principio di inerzia (primo principio della dinamica): ciascun corpo vuole conservare la sua condizione; retaggio da teoria medievale dell'*ipetus* introdotta dal fisico Buridano → quando lancio un corpo questo oggetto continua a muoversi perchè riceve una sorta di impeto che è una vera e propria realtà che fa sì che il movimento si continui a propagarsi; il muo lanciare inserisce una forza sostanziale che però a un certo punto si esaurisce e porta alla fine del movimento

Leonardo dice che questo corpo lanciato continuerebbe all'infinito a muoversi fino a che non arriva qualcosa a modificarne il moto (impetus potenzialmente infinito): l'impeto si conserva e non si estingue ed è qualcos'altro ad interrompere l'impeto

Si cominciano ad abbandonare le credenze aristoteliche

Leonardo non è il teorico del metodo sperimentale, ma c'è una ricerca delle cause fisiche che avvicina Leonardo alle acquisizioni della scienza moderna

11 La nascita della scienza moderna

Esigenza di dominare la natura e di conoscerla, dando una spiegazione razionale, trovano un accordo più solido

L'idea di rivoluzione scientifica, concetto che ha una storia relativamente breve

Si chiama così quel periodo compreso tra 1543 (*De revolutionibus orbium coelestium* di Copernico) e il 1687 (*Philosophiae naturalis principia mathematica* di Newton)

Le scienze psicologiche rimangono ancora sullo sfondo, restando ancora di pertinenza della filosofia

La nascita della scienza moderna è uno dei cardini della storiografia

Quali sono i fattori che hanno portato alla rivoluzione scientifica? Quali sono le circostanze che hanno favorito questa rottura rivoluzionaria? **Perché la scienza è nata solo nell'età moderna e non prima?** Quali sono i motivi che hanno ostacolato la scienza moderna?

Lo schema concettuale che sta alla base della rivoluzione scientifica:

1. Nuovo modo di vedere la natura: guardare i fenomeni come se fossero già carichi di teoria, guardo la natura cercando ordine oggettivo (la natura viene vista come spogliata di ogni attributo umano, soggettivo e sovraumano; l'indagine fisica è resa possibile da una spersonalizzazione della natura stessa; criterio oggettivo), causale (l'abbandono delle cause aristoteliche a favore della sola causa efficiente: tutto è il risultato di cause precise, e quindi la natura può essere studiata su ordini causali; rapporto costante e univoco tra due fenomeni $[A \rightarrow B]$), relazionale (la natura è un insieme di relazioni causali, la natura nel suo complesso è un sistema di relazioni causali tra fenomeni retto da principi che sono le leggi fisiche, regole a cui sotto sta la natura e che la rendono prevedibile) e governato da leggi che rendono prevedibili i fenomeni
2. Nuovo modo di concepire la scienza: sapere sperimentale, di tipo matematico, che ha la caratteristica di essere intersoggettivo (la scienza è sapere pubblico, universale) e finalizzato a conoscere il mondo per dominarlo (non basta conoscere o dominare, ci voglio entrambe le cose)
Osservazione dei fatti e formulazione di ipotesi e conferma sperimentale permette poi la formulazione di teorie e leggi; l'esperienza è ciò che ci dice se la teoria che ho proposto va bene o no, scienza ha propria giustificazione nell'esperienza e nella sperimentazione
L'elemento matematico si inserisce nel fatto che non basta osservare, ma serve struttura che serve a calcolare, a quantificare i fenomeni per poi racchiuderle in formule specifiche
Nel momento in cui conosco le leggi della natura sono in grado anche di sfruttarla per un mio interesse

Alcune premesse storiche, sociali e culturali dell'epoca rinascimentale che hanno preparato l'avvento della rivoluzione scientifica

- Una serie di esigenze della società moderna: formazione dei primi stati nazionali, grandi monarchie e della civiltà urbana che crea un sistema di vita molto più complesso, dinamico, che provoca dei nuovi bisogni; l'imponente struttura organizzativa degli stati nazionali si traduce in richieste tecniche, ma la richiesta tecnica (armi eserciti, nuovi edifici, vie di comunicazione, reti fognarie, estrazione metalli) necessita di un sistema di conoscenze più approfondite
- Necessita di collaborazione tra tecnici e scienziati: graduale fondersi di scienza e tecnologia (Leonardo rappresenta proprio quest'unità)
- Laicizzazione del sapere: tema abbastanza dibattuto, ma nel Rinascimento si assiste ad una maggior rivendicazione della libertà intellettuale; molte di queste istanze arrivano da paesi riformati
- Ritorno all'antico: recupero della tradizione soprattutto greca che diventano spunto per nuove ricerche e nuove scoperte
- Sviluppo dell'indagine della natura: secoli del naturalismo, visione con occhi diversi rispetto a tradizione medievale, nuovo ordine di esistenza delle cose; magia come uno degli strumenti per poter

dominare la natura

- Il riconoscimento della struttura geometrica della natura: aspetto più importante perchè qui assistiamo alla codifica di una nuova indagine della natura scritta in termini matematici e geometrici (unico linguaggio per poter conoscere la natura: asse Leonardo-Copernico-Galileo)

Le forze ostili ci sono: esistono anche delle forze che si oppongono alla nuova cultura. Non è solo la Chiesa, ma c'è anche la cultura ufficiale, tradizione: la cultura che si faceva promotrice di un sistema (soprattutto in ambito astronomico) legato alla visione aristotelica [es: nuove teorie cosmologiche]; fronti che sostengono una causa finale a cui si uniscono anche molto teologi

La Chiesa Cattolica, dopo riforma protestante, applica la controriforma, che vede minacciati una serie di principi e di concezioni (dovuti a nuove scoperte astronomiche (teorie Copernico vengono classificate come eretiche)). Tutto culmina con processo di Galileo

Anche i maghi si sentono minacciati da queste nuove riforme

C'è un ricorso all'autorità con una paradossale alleanza tra chi si oppone tramite il ricorso alle autorità

Conseguenze lasciate da rivoluzione scientifica - La scienza è il prototipo di un sapere rigoroso, universale che è in grado di portare e condurre a una condizione di miglioramento - La scienza è anche un saper utile in forza della sua capacità di essere rigida per produrre dei cambiamenti significativi nella società umana - L'illuminismo ha uno stretto legame con la rivoluzione scientifica; ma anche il positivismo che sostiene l'idea che la scienza sia una fonte di vero progresso (forma di mitizzazione anche estrema, che non riconosce i limiti della scienza) - Il rifiuto novecentesco di mitizzare la scienza: profonde trasformazioni che mettono in luce i limiti e la pericolosità della scienza se mal interpretata

21 marzo 2023

12 Il rinnovamento dell'astronomia

Processo di cambiamento della cultura / dei saperi

Nel 1543 avviene la pubblicazione dell'opera di Copernico → dal mondo chiuso all'universo infinito; allargamento dei confini

Copernico riconosce ancora la struttura delle stelle fisse, ma sistema molto complesso che porterà poi alla sua rottura

Giordano Bruno fu il primo vero filosofo dell'infinito

L'universo degli antichi era

- Unico
- Chiuso: racchiuso nella sfera delle sfere fisse, fuori della quale non c'è nulla e dunque non si può dare alcun luogo. Presenza divina, un primo motore di tutti gli eventi
- Finito: svariati secoli dopo anche Einstein arriverà a teorizzare la presenza di un universo finito ma illimitato
- Composto di sfere concentriche: la sfera al centro dell'universo è la Terra
- Geocentrico con la Terra immobile
- Qualitativamente differenziato: etere che si distingue dagli altri elementi che costituiscono il mondo sublunare, ciascuno di essi ha il suo luogo naturale

Comune attestazione della validità assoluta al sistema tolemaico:

- totalmente rispondente al senso comune (testimonianza dei sensi)
- autorità di Aristotele (in larga parte il suo dettato non poteva essere messo in discussione)
- teoremi metafisici

- parola divina della Bibbia

Le eccezioni sono quelle di Filolao di Crotone (grande fuoco al centro dell'universo) e di Aristarco di Samo (Sole al centro dell'universo)

12.1 Niccolò Copernico

Nato a Torun, studia a Cracovia, ma anche a Bologna, Padova e Ferrara; poi rientra in patria e gli fu affidato il compito di amministrare una diocesi (così ha il tempo e i materiali per dedicarsi allo studio astronomico, facendosi costruire un osservatorio)

Nel 1543, anno della sua morte, viene pubblicato il *De revolutionibus orbium coelestium* che dà il via alla rivoluzione scientifica: recupero dell'idea eliocentrica; insoddisfazione verso l'eccessiva complicatezza della teoria tolemaica (uso di numerosi calcoli per far tornare quanto percepito dai sensi)

Domanda di Copernico: "Non è che per caso qualcuno già nel mondo antico aveva fatto proposte contrastanti rispetto al sistema aristotelico-tolomaico?"

Trova che già alcuni avevano avanzato alcune ipotesi; si convince che la teoria eliocentrica potesse semplificare lo studio sui movimenti dei corpi celesti

Il modello copernicano si trova tra la modernità e la tradizione (descritto nel primo libro)

Precisazione → il modello copernicano potrebbe essere definito come un modello *eliostatico* perché il centro non coincide esattamente con il Sole, ma è il centro dell'orbita della Terra intorno al Sole (piccoli sfasamenti): Sole al centro dell'universo ed è anche immobile; la Terra ha una sua rotazione (giorno e notte), ma rimane identico per quanto riguarda la sfera delle stelle fisse e sussistono le diverse sfere celesti (entità reali e incorruttibili) fatte di etere

I movimenti dei pianeti sono circolari; Galilei, nonostante Keplero sfasasse le orbite in ellittiche, rimane dell'idea delle orbite circolari

Operazione di Andreas Osiander (amico di Copernico): per evitare l'accusa di testo eretico, Osiander premette una lettera illegittima al lettore nella quale dice che tutto quello che leggeremo è un'ipotesi matematica, un esercizio di calcolo matematico (però non firma la lettera, facendo finta che l'avesse scritta Copernico)

Per poco preserva Copernico da accuse di eresia anche se sarà influente per la comprensione della sua veridicità di fondo

La complessità del nuovo sistema e i problemi della fisica da esso sollevati portano a obiezioni anti-copernicane

- Thomas Kuhn → l'importanza del *De revolutionibus* consiste non nell'opera stessa, ma in ciò che l'opera fece affermare ad altri
Il libro costituisce la miccia di una rivoluzione; è un libro che provoca una rivoluzione più che essere un libro rivoluzionario
- Tycho Brahe → si propone di aggiustare alcuni aspetti dell'opera di Copernico
Ha il merito di aver eliminato il concetto di sfera cristallina; inserisce il concetto di orbita, mentre rimane la sfera delle stelle fisse

Terzo sistema del mondo: sistema ticonico che è un punto simile a quello elaborato nel IV secolo a.C. da Eraclito Pontico; al centro dell'universo sta ancora la Terra, però tutti gli altri pianeti orbitano intorno alla Terra, ma anche al Sole che a sua volta gira attorno alla Terra (non ha avuto grande successo)

Dal punto di vista matematico il modello copernicano e ticonico coincidono

12.2 Johannes Kepler

Allievo di Tycho Brahe; propone in 3 fasi diverse il suo modello (concetto di armonia anche in termini musicali: Keplero immagina una grande musica dell'universo)

Opere:

1. *Mysterium cosmographicum*: intriso di copernicanesimo e istanze metafisiche neoplatoniche
Riprende la teoria dei solidi (poliedri) platonici; Platone ipotizza la possibilità di costruire figure solide regolari le cui facce sono tutte identiche e costituite da figure equilateri, a ciascuna figura assegnava un valore
Keplero vede le sfere dei pianeti come inscritte o circoscritte in questi solidi regolari (tetraedro-esaedro-ottaedro-dodecaedro-icosaedro) e scandiscono l'ordine dei corpi celesti (universo unico e finito)
2. *L'astronomia nuova*: toglie questa struttura e introduce il concetto di una sorta di forza che garantisce l'interazione tra i diversi corpi celesti (forza magnetica polarizzata tra il Sole e ogni singolo pianeta)
→ maggiore attività attrattiva data dal Sole

3 leggi fondamentali che disciplinano il movimento dei pianeti; le prime due sono contenute nell'astronomia nuova (discostamento dal copernicanesimo), mentre la terza viene esposta dieci anni dopo nell'*Harmonices mundi*, dove espone anche l'idea di musica celeste

1. Le orbite dei pianeti sono ellissi di cui il Sole occupa la posizione di uno dei due fuochi
2. la velocità orbitale di ciascun pianeta varia in modo tale che una retta congiungente il Sole e il pianeta percorre, in uguali intervalli di tempo, uguali porzioni di superficie dell'ellisse (velocità minima afelio, velocità massima perielio)
3. i quadrati dei periodi di rivoluzione dei pianeti sono nello stesso rapporto dei cubi delle rispettive distanze del Sole (esiste un legame tra le dimensioni dell'orbita del pianeta e il periodo di rivoluzione, ma anche i pianeti hanno velocità diverse)

Una vera geometria del cielo → riconosce a se stesso un ruolo centrale nello svelamento della comprensione dell'universo

13 Il rinnovamento della medicina

Impennata di studi che conosce l'anatomia

13.1 Andrea Vesalio

Studia a Parigi e poi si trasferisce a Padova

Con il *De humani corporis fabrica* (1543) ha contribuito a una ridefinizione della struttura del corpo umano

Nel '500 c'erano state due bolle papali (1472 e 1531) sulla dissezione dei cadaveri: le aperture dei cadaveri avvenivano durante l'inverno e in Quaresima

Attraverso la dissezione (che compiva lui → unificazione figura di medico e di chirurgo nella figura di anatomista) confuta una serie di punti dell'anatomia di Galeno

Struttura più accurata del corpo umano che dà avvio alla rivoluzione in questo campo

Concezione del corpo nuovo → 7 libri dell'opera vesaliana come manifesto del nuovo metodo e fondamento teorico e pratico dell'anatomia moderna

“La rivoluzione macrocosmica veniva a coincidere con la rivoluzione microcosmica”

13.2 Gabriele Fallappio

Successore di Vesalio e prosecutore delle idee di Vesalio; ha realizzato delle osservazioni anatomiche descrivendo la struttura esatta delle trombe uterine, dei muscoli oculomotori e di parti dell'orecchio interno

La pubblicazione postuma nel 1564 del *De morbo gallico* coincide con l'invenzione del preservativo

13.3 Bartolomeo Eustachio

Ha contribuito ad osservazioni anatomiche con il *Tabulae anatomicae* del 1522, ma che viene pubblicato solo nel 1714: descrizione di alcuni muscoli, della laringe, reni, ma viene ricordato per la sua descrizione della tuba uditiva che collega l'orecchio medio alla laringe (*Epistola de auditus organis*)

22 marzo 2023

23 marzo 2023

14 Cartesio e il meccanicismo

Due filoni filosofici che si contrappongono agli inizi del '600

1. Razionalismo: prevalenza della ragione, autonomia di giudizio, in ambito religioso, politico, morale, scientifico, ... Non ha bisogno di giustificazione
2. Empirismo: esperienza che è esperienza sensibile, come criterio di verità, fondamento imprescindibile del sapere; altrimenti mera speculazione metafisica

Ruolo principale all'esperienza o alla ragione

Cartesio è uno dei termini di paragone privilegiati del razionalismo

Dualismo pensiero-materia: non inventato però da Cartesio; questo pensiero è la parte fondamentale di Cartesio

Nasce in Francia nel 1596, vita relativamente breve (muore nel 1650); ha modo di frequentare il collegio più famoso dei gesuiti: educazione di taglio umanistico, tanto che si avvia allo studio del diritto, ma comincia a manifestare una certa sofferenza al sapere per come gli veniva impartito. Si pone domande su quanto gli veniva insegnato, sulla validità di quel sapere; da un punto di vista psicologico manifesta il concetto di dubbio (dubbio come strumento di conoscenza è fondamentale).

Colpito dal carattere soggettivo delle idee dei filosofi. **Perchè non c'è modo di avere un'unione dei saperi?**

Si arruola nell'esercito e poi comincia a viaggiare lungo l'Europa (Olanda, Danimarca, Germania e anche Italia)

Questo pellegrinare non fa terminare questa sorta di inquietudine, che necessita di essere affrontata su basi e presupposti nuovi

Tutto questo si traduce in un'opera (scritta in Olanda) che si intitola *Il mondo (trattato della luce)* (1630-1633), che aveva parte integrata sull'uomo

Nel 1633 c'era stata la condanna di Galileo da parte della Chiesa, allora Cartesio decide non pubblicare tutto il corpo del suo testo, ma solo testi di taglio matematico-geometrico (ottica e geometria), preceduto dal *Discorso sul metodo* (1637) che funge da introduzione alla filosofia di Cartesio

Scrive anche *Principi di filosofia*, che contiene anche aspetti di caratteri fisici, ma lascia fuori l'uomo

Nel 1649 pubblica le *Passioni dell'anima* che contengono anche un compendio di fisionomia umana

Viene invitato a Stoccolma per insegnare la sua filosofia; Cartesio accetta di andare a corte a insegnare alla regina di Svezia. La regina aveva abitudine di intrattenere discorsi di filosofia all'alba, ma Cartesio muore per via di un'infezione ai polmoni

Il razionalismo cartesiano: la ragione è l'unica come capacità di attingere a conoscenze certe e di ogni sapere scientifico (che si giustifica razionalmente, anche a discapito dell'esperienza sensibile). Ragione permette di giudicare ciò che è vero e ciò che è falso

La ragione è unica e uguale in tutti gli uomini; la ragione è una facoltà umana che trova in Dio il supremo garante (divinità come suprema ragione)

Dall'unità stessa della ragione consegue unità stesso del sapere scientifico

La ragione trova in se stessa le verità fondamentali: la ragione le coglie immediatamente perchè sono così evidenti; i sensi rischiano solo di ingannare ciò che la ragione può capire con certezza

La filosofia viene a configurarsi come una sorta di grande albero, le cui radici sono la metafisica, il tronco è la fisica, i vari rami che spuntano dal tronco sono tutte le altre scienze (la meccanica, la medicina, la morale [sfera della volontà])

L'unità del metodo: il sapere è tale perchè rispetta una metodologia, una serie di principi

Nel *Discorso sul metodo* Cartesio parla del metodo, 4 momenti del metodo che la ragione segue per arrivare al sapere, a una conoscenza certa

1. evidenza: noi dobbiamo prendere per vero solo ciò che è evidentemente tale, ciò che gode di chiarezza e di distinzione; ciò che la ragione è in grado di cogliere nella sua chiarezza deve essere preso come vero, il resto deve essere dubitato
2. analisi: ogni problema deve essere suddiviso, una suddivisione interna, in problemi più semplici
3. sintesi: risalire dal semplici al complesso, imponendo un ordine generale alle cose
4. enumerazione e revisione: ci vuole un enumerazione che permette di verificare che non abbia dimenticato nulla o che non abbia commesso errori

Il metodo di Cartesio obbedisce a un modello matematico (scienza dell'ordine, della misura in generale); la matematica cartesiana deve anche una ricaduta sullo studio nei fenomeni fisici o anche musicali (fenomeni naturali in generali)

Il metodo non ha bisogno di una giustificazione filosofica

Se qualcosa non è chiaro ed evidente qualcosa, dobbiamo sospendere il nostro giudizio, devo dubitare della verità di qualcosa

Il dubbio diventa uno strumento metodologico quella strada che dobbiamo seguire nell'acquisizione di un sapere certo; dubbio che viene applicato a diversi ambiti della nostra vita, soprattutto della nostra esperienza sensibile.

Dubbio metodico della testimonianza dei sensi, che ci fanno vedere cose che spesso non sono vere; ma non basta, potrei dover dubitare anche di me stesso, della mia esistenza corporea, anche della realtà stessa. Anche la matematica come possibile errore (genio maligno che mi fa credere vere cose che vere non sono) (dubbio iperbolico o universale)

Per uscire da questa dimensione (impossibilità di conoscenza), devo accorgermi che l'azione del dubitare sembra godere del carattere della certezza. Se io dubito è altrettanto vero che penso e quindi esisto (auto evidenza: nel fatto stesso di dubitare non posso scindere il mio stesso esistere, il mio stesso pensare)

“cogito ergo sum”

L'atto stesso di pensare comporta l'esistenza. Il pensare è l'esistere, ma anche il viceversa → io esisto come pensiero

Il pensiero esiste, non stiamo parlando di corpi, non della mia esistenza in carne e ossa, ma esistenza come sostanza che pensa (**res cogitans**)

L'esistenza del mondo fisico però non è garantita: ho bisogno di qualcosa che sia estraneo a me che so dimostrare razionalmente l'esistenza (Dio), una sorta di garante anche del mondo che mi circonda; senza Dio rischieremmo di essere puro pensiero, ma in realtà esiste anche un'esistenza fisica che Dio è in grado di garantire

Senza il mondo delle cose non potrebbe esserci la fisica

Dualismo metafisico, spirito-materia, anima-corpo

- Res cogitans: incorporea e inestesa (non possiamo misurare il pensiero), consapevole, libera
- Res extensa: corporea e spaziale (che si misura, che si quantifica), inconsapevole (non pensa), determinata (non è libero, ma subisce le azioni della volontà del pensiero)

Noi possiamo studiare entrambi gli ambiti ma tenendoli in qualche modo distinti, perchè esistono modi diversi di conoscere e di spiegare il pensiero e l'estensione: mondo dei corpi si spiega in modo puramente meccanico (causalità aristotelica), l'anima ha una strada a parte, della filosofia pura, del sapere scritturale, della teologia

Studio del corpo umano libero di qualsiasi aspetto teologico, corpo come pura macchina, niente a che fare con l'anima

Le scienze della natura indipendenti da scienze dell'anima

Idea di una matematica universale come unione di logica, geometria e algebra, che ha obiettivo di chiarire aspetti geometrici (più importante), logici, ma anche aritmetici

La geometria (1637)

- uso sistematico degli assi coordinati
- geometria come scienza analitica: sapere razionale, che prescinde da ricorso all'esperienza
- le caratteristiche di una linea, di una superficie sono esprimibili come rapporti matematici (cioè tramite un'equazione)
- intuizione parallela e autonoma di Pierre de Fermat, ma con una differenza: Cartesio su base di esigenze speculative più importanti, mentre Fermat era molto più pratico

La fisica è integralmente riconducibile alla geometria: studio dei fenomeni naturali; anche il tempo può assumere i connotati matematici. Meno presente la matematica in senso stretto della matematica nella fisica

Il meccanicismo consiste nel fatto che il mondo della natura è fatto di materia, per cui tutti i fenomeni naturali devono poter essere spiegati tramite le leggi della causa e dell'effetto; universo come meccanico; realtà governata da principi di ordini meccanici

L'estensione e il moto sono il tratto caratteristico del mondo, anche loro con origine divina: idea di fondo creazionistica che spiega le cose come atto creativo di Dio, ma in realtà Dio non è così presente

Lo spazio coincide con la materia: tutto ciò che ha a che fare con l'universo stesso coincide con la materia, è estensione, è qualcosa di infinito, perchè infinita è anche la sostanza estesa (la materia). La materia non è fatta di atomi, perchè la materia deve essere di ordine continua, quindi infinitamente divisibile, non ammette vuoto (ovunque c'è spazio e materia, anche se noi non la vediamo esiste etere, livello più sottile che costituisce sostegno di tutto)

Rifiuto del concetto di forza: azione a distanza che potesse provocare i cambiamenti; non esistono forze attrattive o repulsive (forze magnetiche che all'epoca si stavano studiando). Per Cartesio esiste un'unica quantità di moto che Dio ha conferito alla materia che poi si distribuisce in tutto l'universo; non abbiamo bisogno di forze a distanza, che non avrebbero avuto necessità di propagarsi perchè non c'è il vuoto, basta etere

Due leggi governano universo

- principio di inerzia
- principio di conservazione della quantità di moto: il movimento all'interno del mondo non aumenta e non diminuisce, come se fosse isolato e costante nel tempo; sistema cartesiano come compiuto e completo

I corpuscoli come materia sottile che riempie il vuoto

Teoria dei vortici per la spiegazione dei pianeti e della gravità: lascia dietro di sé una scia che fa sì che si crei un complesso sistema di vortici che sono impiegati per spiegare i fenomeni della gravitazione, ai movimenti dei corpi celesti (teoria priva di base sperimentale, rivelatrice del sistema di Cartesio)

Contributo di Cartesio alla fisica: razionalità matematica e valorizzazione del modello meccanico

Esiste anche una biologia cartesiana che Cartesio inserisce come vera e propria parte della fisica: tutti gli esseri che non sono dotati di pensiero sono pura materia, che può essere descritta in termini meccanici. Gli animali sono dei semplici automi, perché non dotati di anima, e quindi devono essere studiati in maniera puramente meccanica.

Il corpo umano (*De homine*) subisce la stessa sorte del corpo degli animali. Il corpo umano interpretato in termini meccanici.

Questa idea porta a enormi passi avanti perché il corpo non viene più visto da un punto di vista teologico/dell'anima.

Esiste una sorta di punto di congiunzione tra anima e corpo (valido solo nell'uomo): la ghiandola pineale, detta anche epifisi, ghiandola endocrina.