

Come mai questo titolo lirico? **“Va pensiero sull’ali dorate” è un invito a volare.**

E il pensiero vola da sempre, non fa altro che volare! Io penso e respiro, respiro e penso, come fate tutti voi, da quando sono nata. E non so voi, ma io mi sono chiesta da sempre: **da dove viene il pensiero?**

Quando è iniziato il suo volo?

Ho fatto questa mia ricerca per voi e ne sono uscite le tre lezioni che a partire da oggi per tre mercoledì vi tocca ascoltare.

Dunque iniziamo. Quando il pensiero ha iniziato a volare se l’è chiesto anche **Stanley Kubrick**, produttore e regista di “2001: Odissea nello spazio”. Questo è un fotogramma del film. L'alba del mondo, **due milioni di anni fa**: nell’immagine una scimmia si accorge che usando un osso come arma riesce a essere più forte delle altre. La scimmia grida la sua soddisfazione lanciando l'osso al cielo. **È questa forse, nella immaginazione di Kubrick, la nascita del pensiero.** Ma le cose saranno davvero andate così?

1927, cento anni fa. Si dice che sia la foto “più intelligente” di tutti i tempi: vi sono raffigurate alcune delle menti più brillanti del tempo riunite a Bruxelles per un Congresso Solvay. Il tema dell'anno è la meccanica quantistica. Tra gli altri vedete Max Planck, Albert Einstein e Marie Curie (che è l'unica donna!). Dei ventinove scienziati presenti alla conferenza, diciassette avrebbero vinto dei premi Nobel nel corso della loro vita.

Come ha fatto il pensiero a passare dal lancio dell’osso alla meccanica quantistica in un periodo così breve?

SLIDE IL PENSIERO ... è FEMMINA!

Divagazione. Una parodia della seconda foto di prima, quella del 1927. È stata scattata a Trento novant’anni dopo, nel 2017, in occasione del Congresso della Società italiana di Fisica. È a tema femminile ... 29 scienziati, ma sono 28 donne e un solo uomo, la foto ironicamente racconta la storia a ruoli invertiti. Guido Tonelli è l’unico uomo.

SLIDE IL PENSIERO È GIOVANE

Ma torniamo allo sviluppo del pensiero umano, che è il mio tema. È strabiliante che tanta capacità di pensiero sia stata sviluppata in un tempo tanto breve.

Sulla Terra esiste l’**umanità archeologica**, “umani costruttori di utensili”, da **circa due milioni di anni**. Una percentuale minima della storia della **vita sulla Terra**, che si può datare in **quattro miliardi di anni**. Duemila volte tanto!

E ancor più breve è il tempo durante il quale esiste l’**umanità storica**, “umani che hanno lasciato **testimonianze scritte**”. L’umanità storica esiste da circa trecento generazioni. Per averne un’idea basta aggiungere il prefisso “bis” a nonni per trecento volte: riempirà una mezza pagina. Questa è la vera lunghezza della storia umana, **meno di 6000 anni**. Trecento volte tanto!

Il pensiero come lo intendiamo oggi insomma è molto più giovane di quanto ci si possa aspettare.

SLIDE I TRE CERVELLI

È ovvio chiedersi: come si è sviluppato il pensiero? Come si è sviluppato il cervello umano?

Esiste una teoria dello sviluppo della conoscenza? E dello sviluppo del cervello?

Partiamo da quest’ultima domanda.

Tra le teorie più accreditate riguardo allo sviluppo del cervello umano forse conoscete la **teoria dei tre cervelli** di Paul MacLean, neuroscienziato statunitense. Secondo questa teoria il cervello dell'uomo è il risultato della **sovrapposizione di aree cerebrali comparse in differenti tempi della scala evolutiva, ereditate rispettivamente dai rettili, dai mammiferi e dai primati.**

Il primo a comparire è il **cervello rettiliano**: è l'area che controlla le **attività automatiche fondamentali** per il mantenimento delle funzioni vitali. Quest'area è già ben rappresentata nei rettili. È alla base dei **comportamenti primari legati alla sopravvivenza** (attacco-fuga, sonno-veglia, riproduzione).

Poi si sviluppa il **cervello mammifero**: è l'area che controlla le **emozioni e l'affettività**. Si sviluppa con l'evoluzione dei mammiferi, appunto. È alla base dei **comportamenti di cura e relazioni sociali** con i propri simili.

Infine si evolve il **cervello neocorticale**, ereditato dai **primati**: è l'area che presiede le **funzioni mentali più evolute** specifiche dell'Homo sapiens sapiens, come il **linguaggio, il pensiero logico, ma anche quello artistico, la capacità di astrazione, i sentimenti e le emozioni più complesse, l'autocoscienza.**

L'evoluzione del cervello neocorticale, che è la più recente, ha permesso l'incredibile sviluppo della mente umana: **della parola e della scrittura, delle conoscenze scientifiche, delle arti creative ed umanistiche, della dimensione spirituale e interiore.**

SLIDE CONFLITTO DI CERVELLI

Ma! Non tutto fila così liscio ... Ancora oggi in molte situazioni (guerra, pandemia, cataclismi) l'uomo può apparire un essere irrazionale.

La spiegazione esiste. Secondo MacLean nell'essere umano i tre cervelli sono spesso **in conflitto tra loro** in quanto sostengono bisogni e necessità non sempre conciliabili.

Rovelli sostiene che a causa della nostra particolare struttura cerebrale: ***“Quello che ci motiva nella vita non sono argomenti razionali. La ragione serve a chiarirsi le idee, a scovare gli errori. I motivi per i quali agiamo sono iscritti nella nostra struttura intima: la ragione arbitra tra istinti, ci permette di riconoscere credenze errate, pregiudizi. Si è sviluppata per aiutarci a capire quando le tracce che seguiamo, pensando ci conducano alle antilopi da cacciare, sono invece tracce sbagliate”.***

Parlando di pensiero umano non dobbiamo dimenticare queste stratificazioni, potremmo fare l'enorme **errore di credere di essere animali completamente razionali**. A ragione della nostra storia evolutiva così non è.

SLIDE LEGAME RAZIONALE - IRRAZIONALE

Il legame razionale-irrazionale è profondamente inserito geneticamente nei nostri cervelli.

Spiega che la nostra mente non è strutturata in modo da presentarci un elenco di argomenti razionali a favore o contro una determinata scelta (come quella di vaccinarsi o meno).

Il nostro cervello agisce in maniera molto più **rapida** (anche se meno precisa): prende in considerazione le nostre esperienze, il loro peso emotivo (ad esempio veniamo a sapere che qualcuno ha avuto una, anche lieve, reazione avversa al vaccino). Senza valutare con calma le opzioni, il cervello fornisce una **risposta sotto forma di sensazione viscerale**, quella che chiamiamo di pancia. Sulla base di questa sensazione magari decidiamo di non vaccinarci e tralasciamo altre considerazioni più razionali.

Si tratta di una caratteristica del pensiero perfettamente naturale, che sicuramente è giustificata dal fatto che questo tipo di ragionamenti millenni fa portava dei vantaggi in termini di sopravvivenza.

Avere oggi una paura immotivata e irrazionale dei vaccini è uno svantaggio in termini di vite umane stupidamente perdute. **Avere ieri** paura immotivata e irrazionale di un pericolo inesistente era invece un vantaggio rispetto ad averne troppo poca di un pericolo reale!

Insomma il cervello rettiliano considera oggi il vaccino alla stregua della tigre dalle lunghe zanne di due milioni di anni fa.

SLIDE UNA TEORIA DELLA CONOSCENZA

La struttura del cervello umano e, di conseguenza, il pensiero si è dunque evoluto nel tempo. Ma come?

È il momento di cercare di rispondere dunque alla domanda: "**esiste una teoria dello sviluppo della conoscenza?**"

Secondo **la teoria della conoscenza** di Fabio Martini, un archeologo dell'Università di Firenze, specializzato nella ricostruzione della preistoria cognitiva, da due milioni di anni fa ad oggi si possono riconoscere **tre macro periodi cognitivi**.

SLIDE I STADIO: IL PENSIERO SIMBOLICO

Il primo stadio della conoscenza (che va dall'Homo Abilis all'Homo Sapiens Sapiens) è uno stadio che **riguarda soltanto la preistoria**.

Lo si può definire come lo **stadio del linguaggio simbolico** perché la documentazione archeologica che abbiamo a disposizione è essenzialmente **legata al mito e al sacro**.

SLIDE II STADIO IL PENSIERO FILOSOFICO

Lo stadio successivo si ha quando in Grecia l'uomo ad un certo punto sceglie un sistema di pensiero nuovo. Questo sistema è caratterizzato dalla nascita e dallo sviluppo del LOGOS, del **pensiero inteso in senso razionale**.

È in questo periodo e in questo luogo che gradualmente l'umanità sviluppa quel **pensiero speculativo** che si indica comunemente col termine **filosofia**.

La mente diventa il centro, la sede e lo strumento principale dello sviluppo della conoscenza.

SLIDE III STADIO IL PENSIERO SCIENTIFICO

E infine emerge **l'ultimo stadio di conoscenza**, almeno allo stato attuale, che secondo Martini è la conquista del pensiero scientifico. Dico allo stato attuale perché lo sviluppo dell'intelligenza artificiale potrebbe produrre evoluzioni per ora inimmaginabili.

"La scienza è recentissima" scrive Russell "Si può congetturare che arte e religione esistano da almeno ottantamila anni. Poi arriva questo signore che sostituisce "simbolo sacro e ragione filosofica" col "metodo scientifico". Cambia tutto"

Con grande rapidità il pensiero scientifico si impone, ma non decreta la fine di religione e filosofia, affatto, **ma solo la fine della presunzione di spiegare le leggi della natura con metodi dogmatici oppure con metodi "a priori" razionali, che, come dirà Leonardo "principiano e finiscono nella mente"**.

SLIDE IL PENSIERO SI TRASMETTE

L'ipotesi di Martini è che **il progresso non sia continuo, lineare**, ma piuttosto una trasformazione in cui i vari stadi cognitivi sono dei **passi discreti**, forse dei **salti**. Martini suppone che sia l'interazione tra gruppi umani a rendere possibili questi step.

Il fatto che la nostra specie sia rimasta l'unica sopravvissuta (mentre ad esempio l'Homo di Neanderthal si è estinto) non dimostra che siamo una specie in qualche modo privilegiata dal destino. Questa sopravvivenza può dipendere da tanti fattori.

In particolare Martini crede che il successo di noi sapiens sapiens dipenda certo dalla **sapienza ambientale** con cui abbiamo saputo utilizzare tutte le risorse che il territorio metteva a disposizione, ma soprattutto dalla **capacità di mettere in comunicazione all'interno del gruppo tutte le conoscenze acquisite**.

Secondo lo studioso insomma la conoscenza, il pensiero, si arricchisce nel momento in cui **circola la comunicazione. Siamo sopravvissuti perché il nostro pensiero si è arricchito meglio, dandoci un vantaggio evolutivo. Martini applica anche al pensiero il concetto darwiniano della selezione naturale.**

SLIDE IL PENSIERO DI EVA AIMOOC Martini

Si racconta che l'Eva primordiale abbia **desiderato la conoscenza**, e che questo desiderio sia stato un peccato. Un peccato originale. Non è corretta questa interpretazione, il desiderio di conoscenza non è una colpa, anzi dobbiamo essere grati all'Eva preistorica per la sua intraprendenza.

Desiderare la conoscenza è la principale molla per l'evoluzione del pensiero.

SLIDE VA PENSIERO SIMBOLICO. Come evolve la mente. Primo stadio.

SLIDE IL PENSIERO DI PIETRA

Il pensiero simbolico nel Paleolitico si esprime con l'arte, che ha principalmente scopi magici e propiziatori.

Alcune linee incise su un osso di circa 1,3 milioni di anni fa, trovato in Bulgaria, potrebbero rappresentare il più antico esempio di simbolismo in una specie di Uomo, l'Homo Erectus, oggi estinta.

Siamo ben prima della comparsa del Sapiens. Sono segni semplicissimi, eppure sono la più antica forma di pensiero astratto di un nostro antenato.

SLIDE SUPER UNGHIA

Il pensiero astratto si perfeziona in fretta.

Questo nell'immagine non è "solo" un pezzo di pietra, è anche un elaborato utensile del paleolitico, il suo nome tecnico è "**bifacciale**". La principale caratteristica per riconoscerne uno è un margine sinuoso e tagliente che è stato ottenuto **colpendo volontariamente** il pezzo da lavorare con un altro oggetto pesante.

Dice Bryson: "***Circa un milione e mezzo di anni fa, un genio ignoto del mondo ominide fece qualcosa di assolutamente imprevedibile. Costui, o cosa possibilissima costei, prese una pietra e la usò consapevolmente per modellarne un'altra, sulle due facce. Il risultato fu questo semplice bifacciale a forma di goccia, ma si trattò anche del primo esemplare di tecnologia avanzata al mondo. Il grosso strumento di pietra, così lavorato in modo tale da ottenere una facile ed efficiente presa, diventa il prolungamento della mano, una superunghia adatta a molteplici utilizzi.***

Era uno strumento talmente superiore rispetto ai precedenti che presto anche altri individui, imitando l'inventore, si fabbricarono i propri. Alla fine, diventò l'occupazione prevalente di società intere. Ne costruivano a migliaia. Ci sono alcuni luoghi in Africa dove letteralmente non puoi fare un passo senza inciamparci sopra. È strano, se si pensa che sono oggetti molto impegnativi da realizzare. Era un po' come se li fabbricassero per il puro piacere di farlo".

Nessun gatto in millenni di evoluzione ha mai prodotto una super unghia: **ci è voluto un pensiero preciso per produrlo, un progetto astratto. Questo manufatto testimonia senza ombra di dubbio che gli ominidi**

possedevano un pensiero evoluto.

SLIDE DEA MADRE

Questa informe statuetta probabilmente rappresenta il primo simbolo religioso conosciuto.

La **venere di Tan-Tan**, trovata in Marocco, è alta circa 6 centimetri, in quarzite, di sesso indeterminato e scolpita senza una testa ben definita, ed è datata **300-500 mila anni**.

L'oggetto è il risultato di processi naturali casuali. Tuttavia, le scanalature che appaiono su entrambi i lati dell'oggetto e sottolineano il suo carattere antropomorfo, **sono in parte naturali e in parte artificiali**, dunque sono frutto di un pensiero consapevole.

Il realizzatore della statuetta appartiene alla specie estinta dell'**Homo Erectus**. Le statuette sono i primi esempi di **Dea Madre**, divinità femminile primordiale, rinvenibile in molte di culture, civiltà e popolazioni di varie aree del mondo. **La figura della Dea Madre rimanda al simbolismo materno** ed esprime l'interminabile **ciclo di nascita-sviluppo-maturità-declino-morte-rigenerazione** che caratterizzava le vite umane.

Queste statuette sono dunque la testimonianza che **gli ominidi di 300.000 anni fa avevano già sviluppato il pensiero simbolico religioso.**

SLIDE VOLTI MEGALITICI

Di certo sappiamo che già i Neanderthal seppellivano i defunti, comportamento che a tutti gli effetti testimonia spiritualità. **Forse legati alla spiritualità sono anche i volti umani scolpiti in una roccia**, risalenti ad almeno **200 mila anni fa**, scoperti nel comune di Borzonasca sui monti nell'entroterra della Liguria orientale.

È la più grande scultura rupestre paleolitica d'Europa, conosciuta come il "**Volto megalitico di Borzone**", e raffigura appunto un volto umano, che misura circa 7 metri di altezza e 4 metri di larghezza.

SLIDE ARTE RUPESTRE

Nel Paleolitico superiore l'attività simbolica esplose: dalle conchiglie incise usate per decorare i vestiti alle sculture fino ad arrivare alle pitture rupestri.

Chiaramente **qualcosa è scattato nella mente umana**, sia a **livello di capacità intellettuale sia a livello manuale**. Si osserva una **grande abilità nell'uso delle mani e delle dita**, nel compiere movimenti sempre più fini e precisi, abilità questa che implica uno **sviluppo a livello neurologico**.

L'esempio più impressionante sono le pitture rupestri nelle **Grotte di Lascaux**, un complesso di caverne che si trova nella Francia sud-occidentale. Nelle grotte si trovano esempi di opere d'arte risalenti approssimativamente a **18.000 anni fa**. Il tema più comunemente rappresentato è quello di **grandi animali** dell'epoca (fra i quali l'uro, oggi estinto), resi con grande ricchezza di particolari. Tra le figure più note il "**bovino che salta**". Il complesso di caverne venne **scoperto il 12 settembre 1940**. Nel 1979 sono state inserite nell'elenco dei Patrimoni dell'umanità dell'UNESCO.

SLIDE L'ANELLO D'ORO DI ISOPATA

L'età del bronzo segna un progresso rapido, sia a livello artistico-religioso che di organizzazione sociale.

L'anello d'oro in figura, vecchio di **3500 anni**, è stato trovato in una tomba nei pressi del **Palazzo di Cnosso**, e racconta, con poche immagini simboliche, tutto un mondo di miti e credenze lontanissimi nel tempo. L'anello è un esempio dei manufatti della civiltà minoica che si sviluppa a Creta nell'età del bronzo **dal 2700 a.C. al 1400 a.C.**

Ci sono **quattro figure femminili**, con gonne lunghe ma a seno scoperto, che danzano tra i fiori, mentre un'altra figura di donna molto più piccola sembra scendere dall'alto. Intorno, molti simboli: serpenti, un occhio, una spiga di grano, un misterioso segno ovale circondato da "gocce". Il personaggio principale della scena è la donna posta al centro, verso la quale le altre allungano le braccia in segno di venerazione.

Nell'ancora misteriosa civiltà minoica le donne hanno nella società un ruolo e una libertà difficili da trovare nel mondo antico, e che certamente si perde nella Grecia classica. E' la cultura "più vicina a un **matriarcato** che abbiamo", a detta di John Younger, storico esperto dell'età del bronzo. Probabilmente la forte influenza femminile nella società minoica consente lo sviluppo di una civiltà pacifica, che inizia il suo declino dopo l'eruzione vulcanica di Santorini, e soccombe (probabilmente) all'aggressività dei ben più militarizzati **Micenei, che intorno al 1450 a.C. invadono Creta, saccheggiano e distruggono i Palazzi, e mettono fine all'era delle sacerdotesse.**

Lentamente però il pensiero dei vincitori greci evolverà in modo inaspettato segnando in poco meno di un millennio un cambiamento di pensiero epocale.

VA PENSIERO RAZIONALE. Come evolve la mente. Secondo stadio

SLIDE DALLA PIETRA AL LOGOS

Lasciamo le Veneri misteriose, le pitture rupestri e arriviamo alla **Grecia del VI secolo a.C.**

Il mio libro di liceo di filosofia di Ludovico Geymonat partiva proprio da qui, dai filosofi presocratici, gente dalle idee un po' bizzarre: tutto è acqua, tutto è aria. Ma è il loro modo di cercare il "**principio delle cose**".

Il frammento che qui vedete è di Anassimandro: "**... principio...delle cose che sono l'infinito (apeiron) ... secondo l'ordine del tempo**"

È proprio Anassimandro che segna un enorme progresso culturale: i suoi pochi frammenti, e gli autori che citano successivamente il suo pensiero ci dicono che egli cerca un "**principio delle cose**" secondo una legge, "l'ordine del tempo".

Questo frammento testimonia che in Grecia in quel tempo **si inizia a pensare ad un principio razionale** e che **si rifiutano le spiegazioni mitologiche del mondo**. Insomma testimonia che sta tramontando l'epoca del sacro: **sulla costa turca ventisei secoli fa è iniziata la storia del pensiero razionale.**

SLIDE SUPER MEMORIA

Perché avviene questo progresso del pensiero proprio in quel tempo e in quel luogo?

Occorre fare un passo indietro e parlare di una grande conquista che supporta lo sviluppo della conoscenza: **la scrittura**. Occorrerebbe anche un accenno allo sviluppo del linguaggio, ma il tema è troppo vasto e ancora nebuloso per le mie capacità.

Invece riguardo alla scrittura abbiamo i reperti archeologici che forniscono testimonianze. Ne sono stati rinvenuti tre in Romania: recano incisi dei simboli che sono stati oggetto di notevoli controversie tra gli archeologi, **alcuni sostengono che si tratti della prima forma conosciuta di scrittura al mondo.** Sono conosciuti come le **tavolette di Tărtăria.**

Le tavolette risalgono al **5.300 a.C** (datazione molto incerta). Gli archeologi interpretano la tavoletta senza foro come una scena di caccia e le altre due come testimonianze di **una scrittura primitiva.** Se i simboli fossero una forma di scrittura, questa sarebbe **di gran lunga anteriore alla più antica scrittura sumera o egizia.**

Perché è importante parlare di scrittura in relazione allo sviluppo del pensiero? Perché se il linguaggio è biologico, **la scrittura invece è un processo tecnologico non necessariamente presente in tutte le culture.**

C'è pensiero nel sasso che prolunga la mano, la tecnologia della superunghia, e c'è pensiero nella scrittura, tecnologia che potenzia la memoria.

SLIDE CUNEI E GEROGLIFICI SEGRETI

L'enorme progresso del pensiero nella Grecia classica è correlato alla scrittura. Ad un tipo speciale di scrittura. Le **scritture cuneiformi e geroglifiche fanno uso di centinaia di simboli diversi**.

Il sistema di scrittura cuneiforme e le iscrizioni geroglifiche sono in uso dal 3400-3000 a.C. "Geroglifici" significa "Parole di Dio", ed erano ritenuti segni sacri dagli Egizi.

Complicata e sacra: dunque la scrittura resta **competenza di scribi professionisti e saldamente in mano alle caste sacerdotali**. Gli antichi sovrani non sapevano né leggere né scrivere. Il sapere legato alla scrittura era potere ed era tenuto gelosamente segreto.

Ecco cosa si afferma su una **tavoletta cuneiforme** detta "**della segreta conoscenza**" proveniente da **Ninive**, antica capitale degli Assiri, sul fiume Tigri nel Nord della Mesopotamia: "**Segreta tavoletta del Cielo, conoscenza esclusiva dei grandi dèi. Non deve essere distribuita! Lo scriba può insegnarla solo al figlio che ama. Insegnarla a uno scriba di Babilonia o a qualunque altro studioso è un abominio verso gli dèi Nabu e Nisaba. Nabu e Nisaba non confermeranno come maestro chi ne parla in pubblico. Lo condanneranno alla povertà e all'indigenza e lo faranno morire di idropisia**"

SLIDE ALFABETO FONETICO

Il grande passo in avanti del pensiero si compie intorno al 750 a.C. quando i greci fanno proprio l'alfabeto fenicio. Il greco ha meno consonanti del fenicio, restano quindi alcuni caratteri inutilizzati. Qualcuno in Grecia ha l'idea utilizzare questi caratteri per rappresentare le vocali. In questo modo ba, be, bi, bo, bu, che nella scrittura fenicia sono tutte rese con la lettera beta, si possono distinguere tra loro. Nasce in questo modo il **primo alfabeto fonetico completo della storia dell'umanità**.

Il risultato è dirompente. In Grecia, per la prima volta nella storia del mondo, **la scrittura si semplifica** drasticamente ed è accessibile a molti. **Il sapere non è più patrimonio esclusivo di una chiusa confraternita di scribi, ma diventa patrimonio condiviso da una larga classe dominante.**

Nella Grecia senza scribi, senza grandi sovrani, senza palazzi, senza grandi caste sacerdotali, **nasce una nuova forma di sapere che, non solo non è segreta, ma anzi è ostentatamente divulgata.**

SLIDE BIBLIOTECA DI ALESSANDRIA

Un esempio? Il giovane studentello di Aristotele, **Alessandro Magno, che conquista il mondo in dodici anni, fonda nel 331 a.C. una città, Alessandria, che diventa il centro del pensiero antico.** Lì Tolomeo I, suo generale e primo re greco d'Egitto fa trasportare da Atene la grande biblioteca di Aristotele, per poi creare la Biblioteca e il Museo.

Nella Biblioteca vengono raccolti testi di tutto il mondo con un espediente geniale. Ogni nave che è ancora nel porto di Alessandria ha il dovere di depositare alla biblioteca tutti i libri che ha a bordo. Questi vengono copiati e la copia, non l'originale, viene restituita alla nave ...

Si stima che la Biblioteca arrivi a contenere più di **700.000 volumi** Questo faro di conoscenza non è purtroppo rimasto acceso a lungo, i tempi sono cambiati rapidamente. Nonostante diversi storici attribuiscono la sua scomparsa alle fiamme, la verità è molto diversa. Fu un lungo declino che la spazzò via, durato secoli. Declino dovuto all'impoverimento della città, ed alle distruzioni volute dai cristiani durante la lotta contro i pagani prima e dai maomettani poi.

La tradizione ostile all'Islam riferisce che un califfo disse: "**Se il contenuto dei libri si accorda con il Corano, noi possiamo farne a meno, dal momento che il libro di Allah è più che sufficiente. Se invece contengono qualcosa di difforme, non c'è alcun bisogno di conservarli.**".

Nel **642 d.C.** il destino della Biblioteca di Alessandria si compie definitivamente. **I volumi furono bruciati. Si dice che i rotoli furono usati come combustibile per i bagni termali di Alessandria e che ci vollero sei mesi per bruciarli tutti.**

SLIDE RICETTE EGIZIE

Per rendersi conto del balzo in avanti che si sta per compiere in Grecia occorre mettere lo sviluppo del pensiero in prospettiva storica. **A che punto era la trasmissione del sapere prima del sorgere della civiltà greca, ad esempio nell'Antico Egitto o a Babilonia?**

Il sapere scientifico era molto sviluppato, ma il livello della matematica è paragonabile a quello di un bravo studente di terza elementare odierna. È stato tutt'altro che facile per l'umanità arrivare a mettere insieme il sapere che noi impariamo a otto anni! La conoscenza era concentrata nelle **grandi corti**, dov'era accentrato il potere.

Questo è il **Papiro di Mosca**. Siamo al tempo della **dodicesima dinastia** (ca. **1890 a.C.**). Il papiro contiene problemi matematici, per lo più desunti dalla vita pratica. Il **problema XIV** è corredato da una figura che assomiglia a un trapezio isoscele, ma i calcoli che lo accompagnano fanno capire che si tratta di un tronco di piramide. La soluzione è scritta a sinistra con i geroglifici e a destra è tradotta, per nostra comodità! Sembra una ricetta, e lo è: una **ricetta di calcolo**. Non c'è simbolismo non ci sono formule, non ci sono spiegazioni, né dimostrazioni.

Dunque il sapere in Egitto era trasmesso **in modo autoritario**. Le conoscenze c'erano, ma erano per pochi. Tutto quello che veniva trasmesso a chi doveva utilizzare un certo sapere erano ricette: "**se vi chiedono ... allora voi fate ...**". **Gli insegnamenti andavano accettati per l'ubbidienza dovuta al maestro**. Era applicato quello che ancor oggi chiamiamo, e a volte invociamo, **principio di autorità**.

E in questo modo, di progressi di pensiero se ne fanno pochissimi.

SLIDE SPIEGAZIONI GRECHE

Un'aria assai diversa si doveva respirare nelle giovani città della nascente civiltà greca. **I grandi progressi del pensiero vennero proprio da loro. Perché? Perché continuarono ad usare la ragione, ma si liberarono del sacro.**

Ad esempio è nella scuola di Mileto, **600 a.C.**, che si cominciano a leggere i fenomeni atmosferici in termini naturalistici. In testi precedenti a quelli di Anassimandro, greci e non greci, i fenomeni naturali come la pioggia, il tuono, i terremoti, il vento sono sempre legati unicamente in termini **mitici e religiosi**, come **manifestazione di forze incomprensibili, attribuite ad esseri divini**. La pioggia viene da Zeus, il vento da Eolo, le onde del mare da Poseidone. E così si era sempre pensato, per milioni di anni: il mondo è governato dagli dei, che utilizzano la natura come più li aggrada, di solito a danno degli uomini, per punirli delle loro malefatte.

A questo punto della storia dell'umanità nasce l'idea che sia possibile comprendere questi fenomeni, senza fare ricorso al capriccio degli dei. Grazie alla scrittura che rende il sapere accessibile? È una possibile lettura. Fatto sta che greci cominciano a ragionare anche sui fenomeni naturali e cercano spiegazioni naturali. **Alcune spiegazioni appaiono ingenue, fantasiose e sbagliate.** Ma altre sono sorprendentemente corrette. Sappiamo per esempio che Anassimandro ritiene che la pioggia provenga dal vapore che sotto l'effetto del sole si alza dalla terra. Ipotesi esatta, evidentemente dovuta ad una capacità di osservazione già molto sviluppata.

Ma se anche le spiegazioni proposte fossero sbagliate l'idea stessa di ricercare spiegazioni naturali ai fenomeni è in qualche modo il primo atto di nascita dell'indagine razionale e scientifica del mondo.

SLIDE PENSIERO TEMERARIO

Gli autori a noi contemporanei, dice Rovelli, a causa della loro preparazione prettamente umanistica, non comprendono la portata di questa idea dei filosofi greci. Considerano assolutamente ovvio che i fenomeni atmosferici abbiano una causa naturale e **notano a fatica il gigantesco passo concettuale necessario per considerare questa ipotesi.**

I sapienti greci infatti per lungo tempo non accettano questa idea, tant'è che nei testi antichi non si dice "Anassimandro ha compreso che...", ma **"Anassimandro sostiene che ..."**!

Nelle "Nuvole" Aristofane mostra, **due secoli più tardi**, che la spiegazione naturalistica era ancora percepita come **blasfema verso Zeus**:

Strepsiade: "Io ho sempre creduto che la pioggia venisse da Zeus, e i tuoni chi li produce?"

Socrate: "Le nuvole che ruotano e tuonano"

Strepsiade: "In che modo? **Tu sei un uomo temerario**"

SLIDE LEGGI DI NATURA

La grande idea della scuola ionica del VI secolo a.C., il suo enorme contributo allo sviluppo del pensiero, è dunque che **esistano leggi naturali per descrivere il mondo.**

Talete cerca un principio per capire in maniera semplice come la natura possa funzionare e propone l'acqua. Anassimene si accorge di un problema: la difficoltà ad immaginare che l'acqua assuma forme e consistenze diverse. Sostituisce allora l'acqua di Talete con l'aria. **Anassimene cerca una legge più ragionevole**, e la trova nel meccanismo di rarefazione e compressione. Per niente lontano da quello che effettivamente la scienza oggi ha scoperto. Elementi semplici, le molecole d'aria, producono suono con il meccanismo di una maggiore o minore rarefazione, quello che chiamiamo onda sonora.

Ma il punto non è trovare somiglianze tra scienza greca e scienza moderna, il fatto fondamentale è che gli schemi logici elaborati dai greci si sono rivelati efficaci, a distanza di secoli, per comprendere il mondo. Anassimene dubita, mette in discussione le teorie dei maestri, non crede per rispetto dell'autorità, propone teorie nuove.

Il pensiero è profondamente cambiato, è più libero.

SLIDE LEGGI DI NATURA MATEMATICHE

Manca un ultimo passo e il libero pensiero decollerà.

Che esistano delle leggi di natura è un'idea ancora un po' troppo vaga. **Sarà Pitagora, 500 a.C., che la riprenderà precisando la forma che queste leggi devono avere, e la sua idea è straordinaria: il mondo può essere descritto in linguaggio matematico.**

Il programma pitagorico è innovativo e si rivelerà un decisivo passo avanti del pensiero umano.

L'idea sarà ripresa e ampliata da **Platone**, che nel Timeo (360 a.C.) compie un tentativo concreto di realizzare il programma pitagorico utilizzando i solidi regolari.

«... alla terra diamo la figura cubica; perché delle quattro specie la terra è la più immobile, e dei corpi il più plasmabile... e poi all'acqua la forma meno mobile delle altre (icosaedro), al fuoco la più mobile (tetraedro), e all'aria l'intermedia (ottaedro); e così il corpo più piccolo al fuoco, il più grande all'acqua, e

***l'intermedio all'aria, e inoltre il più acuto al fuoco, il secondo per acutezza all'aria, e il terzo all'acqua...
Restava una quinta combinazione e il Demiurgo se ne giovò per decorare l'universo (dodecaedro) »***

I solidi platonici sono gli unici poliedri convessi che possono essere iscritti in una sfera, cioè hanno tutti i vertici giacenti sulla superficie della sfera stessa.

È ovvio il fascino che questi poliedri suscitano: sono belli, perfetti, la loro unicità è apprezzata già in tempi antichi, tanto che **Platone associa i quattro poliedri regolari agli elementi fondamentali: fuoco, terra, acqua e aria. Al dodecaedro attribuisce il simbolo dell'universo**, questa speciale attribuzione deriva dalla presenza del pentagono, figura che – contenendo in sé la sezione aurea – racchiude più di ogni altra l'idea di armonia e perfezione matematica.

Naturalmente la spiegazione non è granché dal punto di vista scientifico, ma la direzione è ottima. I tentativi si possono sempre correggere, l'importante è proprio l'idea che usando la matematica si può descrivere efficacemente il mondo.

Venti secoli più tardi, la scoperta galileiana delle prime leggi del moto, che dà inizio alla fisica matematica moderna, è direttamente motivata dalla fiducia nel programma pitagorico platonico di cercare la verità matematica nascosta dietro le cose. **Galileo fa esplicito riferimento a Platone come fonte di questa idea.**

La scienza moderna sta realizzando il programma pitagorico – platonico.

SLIDE IL GENIO GRECO È DEDUTTIVO

Ma l'enorme passo che i greci hanno fatto compiere al pensiero ha un limite. Russell, lo sottolinea bene quando afferma: ***"I greci, eminenti come furono in quasi tutti i rami dell'attività umana, fecero pochissimo per creare una scienza. Il genio greco fu deduttivo anziché induttivo e perciò si addiceva bene alla matematica, ma non alla conoscenza scientifica"*** (intesa come sperimentale!)

Russell continua: ***"I greci osservavano il mondo da poeti più che da scienziati in parte credo perché tutte le attività manuali erano tenute in dispregio, così che ogni studio che richiedeva un esperimento sembrava un tantino volgare"***.

E così, benché Anassimandro e Archimede e molti altri pensatori "scientifici" della Grecia antica abbiano prodotto enormi passi avanti nell'approccio alla conoscenza, **fu Aristotele che passò alla storia come sommo filosofo, "sapiente in tutte le scienze"**.

Aristotele fu davvero sommo, egli va ricordato ed ammirato, ma non per la sua capacità di descrivere i fenomeni fisici (la sua impostazione ha bloccato la ricerca per millenni), ma per un altro aspetto dello sviluppo del pensiero. Egli ha inventato la logica, che **riflette sui meccanismi stessi del pensiero**, e che ancor oggi chiamiamo **logica aristotelica**.

SLIDE LOGICA ARISTOTELICA

Siamo esattamente al passaggio dal pensiero sacro al pensiero filosofico razionale. È una frontiera netta.

Pensate: 2500 anni fa un uomo, Aristotele, **comincia a pensare il proprio pensiero**, a ragionare sui suoi meccanismi.

Riesce a inventare un **metodo per controllare se il pensiero è corretto o è scorretto**: è un'idea incredibilmente moderna anche solo chiedersi se un ragionamento è logico! Aristotele riesce nell'impresa e il suo metodo saprà controllare la **validità dei ragionamenti**.

È come se il **dedurre logicamente diventasse un'arte, con le sue proprie regole**: è questo che si intende dicendo che egli **"sistematizza il processo della deduzione"**.

Aristotele ha in mano un'arma potente: **"crede"** nell'esistenza di **"verità incontestabili"**, conclusioni ottenute a partire da **"premesse vere"** e con **"ragionamenti validi"**, controllati.

Attenzione al passaggio: la verità per Aristotele (la definizione è nella Metafisica) è questa:

«Dire di ciò che "è" che "non è", o di ciò che "non è" che "è", è falso,

mentre dire di ciò che "è" che "è" o di ciò che "non è" che "non è", è vero».

È importante questo. Per Aristotele "**ciò che è**", **l'essere**, è il fondamento della verità del "**dire**". Per **Aristotele** è necessario fondare la "**verità del dire**", il pensiero che si esprime nel dire, perché **per lui Aristotele, logico antico, la verità è il fine della logica**.

Vediamo come funziona questo metodo di Aristotele con un solo esempio. A noi serve solo avere un'idea di come si ottenga un **progresso di conoscenza** ragionando logicamente.

SLIDE IL PENSIERO DEL "SE...ALLORA"

Vediamo un solo **esempio di ragionamento**, un "sillogismo" famoso. Qui vedete due ragionamenti.

"Tutti gli italiani sono uomini. Tutti gli uomini sono mortali. Quindi tutti gli italiani sono mortali."

"Tutti i gatti sono felini. Tutti i felini sono mammiferi. Quindi tutti i gatti sono mammiferi."

Sono ragionamenti diversi, prima si parla di uomini, poi di gatti, ma uguali per struttura.

Questa struttura per Aristotele è sensata, è un esempio di **RAGIONAMENTO VALIDO**.

Aristotele è convinto che se ragioniamo a partire da "verità" che accettiamo tutti, le chiameremo premesse, e se ragioniamo in modo logicamente corretto, allora la conclusione è un sapere nuovo di zecca, una nuova "verità". Un progresso nella conoscenza

Potenza del "SE ... ALLORA", potenza del pensiero razionale. È questo il meccanismo che è servito ai filosofi greci per lanciarsi nella impresa di **comprendere il mondo**. Si sono **fidati della propria mente**, hanno abbandonato con audacia il sapere basato sulla tradizione, sulla magia, sul sacro. **Hanno dubitato dei loro maestri**, i saggi sacerdoti dei due milioni di anni precedenti, e hanno utilizzato la loro ragione, la logica del pensiero, iniziando un **processo aperto che non ha ancora avuto fine, e si spera non lo avrà mai**.

SLIDE MA ATTENTI ALLE PREMESSE!

Il ragionamento funziona sempre? Anche se cambiamo gli oggetti? Aristotele assicura di sì: se la struttura del ragionamento è la stessa il ragionamento fila come l'olio.

Ma il problema del sillogismo non è il ragionamento, sono le premesse. A sinistra le premesse sono FALSE, e, casualmente, la conclusione è VERA. A destra le premesse non hanno significato e la conclusione è falsa. Poi avete premesse senza senso e conclusione senza senso.

Questo è un grande insegnamento. **Quando le premesse sono false il ragionamento rimane valido, ma nulla possiamo dire sulla conclusione (può essere, vera, falsa o senza senso ...)**

Da premesse false si può dedurre tutto quello che si vuole! Aristotele lo sapeva benissimo ...

SLIDE DEMOCRAZIA E GEOMETRIA

Perché sviluppare la logica è stato possibile nelle piccolissime e turbolente città greche e non presso i potenti faraoni? Il merito è dell'Agorà.

Era nell'Agorà che si esercitava il potere politico. Le assemblee deliberavano a maggioranza e i politici per aver successo dovevano essere in grado di **persuadere i cittadini**. In democrazia politici e cittadini sono sullo stesso piano. I cittadini dovrebbero essere abbastanza logici da comprendere i ragionamenti dei politici e giudicare se sono validi o non validi.

A questo punto l'idea aveva permeato la cultura greca e dunque utilizzare la logica anche **in geometria** è stato un passaggio naturale. E questo cambia **la trasmissione del sapere, c'è uno strappo epocale rispetto alle consuetudini delle altre civiltà, egizia e mesopotamica, e alle loro ricette autoritarie**. Nelle scuole greche docente e allievi sono sullo stesso piano. Gli allievi accettano il risultato di un teorema di geometria proposto dal maestro solo se possono verificare che ci si arriva con un ragionamento corretto.

Il maestro greco **non utilizza il principio di autorità**. Questo principio è estraneo al contesto culturale.

SLIDE PROGETTO EUCLIDE

Euclide assorbe il modo di ragionare di Aristotele. **E anche lui come Aristotele crede di partire da premesse vere che facciano da fundamenta**. Alcune affermazioni geometriche che Euclide ritiene "**verità evidenti**", ad esempio "**per due punti distinti passa una sola retta**", chiede ("postula") che vengano accettate senza dimostrazione: infatti le chiama "**postulati**".

Ma qui scatta il genio di Euclide. I postulati sono necessari, ma **devono essere pochi, pochissimi**, il minimo necessario. E devono essere **sempre gli stessi, fissi**: li sceglie una volta per tutte e **li scrive**. Non accetta altro senza dimostrazione, ad esempio che si assumano proprietà evidenti dal disegno. Un disegno è sempre approssimativo e ciò fa cadere facilmente in errore.

E lo stesso fa anche per definire degli oggetti geometrici. Ha bisogno di partire da **oggetti non definiti**, ad esempio un "**punto**", non ha le parole per farlo: dovrebbe definirle queste parole e si andrebbe indietro all'infinito. E allora ripete l'operazione: **sceglie pochissimi enti su cui tutti concordino, senza darne una definizione**, (inorridisco quando vedo libri di matematica anche delle superiori che definiscono cos'è il punto!). Saranno gli "**enti primitivi**". **Le fundamenta non negoziabili della sua geometria**.

Da questo, postulati ed enti primitivi, Euclide parte, avvia la sua macchina da guerra. Tutto il resto può e deve essere **definito o dedotto**, anche se sembra **evidente**. Perché spesso, troppo spesso, una cosa, anche se sembra evidente, come tutti ben sapete, non è vera.

SLIDE IL PROGETTO EUCLIDE SI DIFFONDE

È la prima volta nella storia giovane del mondo che un uomo pensa, immagina una simile costruzione razionale. Originale e modernissima.

Perché funziona il "**Progetto Euclide**"? Perché Euclide ce la fa a trasmettere fino a noi il suo pensiero attraverso ventiquattro secoli? Perché è stato fortunato.

Alla sua opera occorre un clima culturale particolare, maturo, e lui ce l'ha: è la cultura greca classica, con la sua dialettica e la sua democrazia.

Ha bisogno di un luogo dove i testi scritti si conservino, e lui ce l'ha: è la Biblioteca di Alessandria.

E ha bisogno di relazioni tra popoli, è utile che i testi circolino, si trasmettano. E così succede: i suoi Elementi vengono copiati e viaggiano sulle navi che solcano il Mediterraneo. **È la trasmissione della conoscenza che fa evolvere il pensiero di cui parlava l'archeologo Martini.**

Euclide costruisce così "la" geometria, che, egli crede, è l'unica del mondo reale.

SLIDE PROOF

Il motore di questo grandioso Progetto Euclide è la "dimostrazione di teoremi". È un concetto così affascinante che ci hanno fatto dei film. "**Proof**" (**La prova**) è un film del 2005 con Gwyneth Paltrow.

Catherine è la figlia di un noto matematico, affetto da gravi problemi psichici. Dal padre la figlia ha ereditato la genialità matematica, e dopo la sua morte Catherine prende il suo posto proseguendo i suoi studi. Riconosce di avere ereditato dal padre il talento matematico, ma teme di aver ereditato anche la

malattia mentale. Comincia così a dubitare di se stessa. Tutto precipita quando nessuno crede che sia sua la "**dimostrazione/proof**" di un teorema sui numeri primi, che viene invece attribuita a suo padre. Catherine riuscirà alla fine a fornire una "**prova/proof**" che il teorema è veramente frutto del suo genio.

La dimostrazione di un teorema è un ragionamento deduttivo valido che da alcune premesse giunge alla conclusione da dimostrare. Le premesse sono le ipotesi e la conclusione è la tesi.

SLIDE COME VOLEVASI DIMOSTRARE

Difficile capire però come funziona davvero un teorema se non se ne è mai dimostrato uno. E oggi dimostriamo un teorema, il IX teorema del I Libro degli Elementi di Euclide.

Euclide dimostra una proprietà della mediana relativa alla base di un triangolo isoscele. La mediana è il segmento che ha un estremo sul vertice e l'altro estremo nel punto medio della base. **Dimostra che questo segmento è anche altezza, cioè è perpendicolare alla base ed è anche bisettrice, cioè divide in due parti uguali l'angolo al vertice.**

Allora cominciamo ad osservare le due parti che compongono il nostro triangolo isoscele. Sembrano due triangoli uguali! Vediamo:

due lati sono uguali perché il triangolo è isoscele, premessa vera per ipotesi,

le basi sono uguali per via che CH è mediana, premessa vera per ipotesi,

il lato CH è in comune ai due triangoli.

Una proprietà già dimostrata ci assicura che **due triangoli sono uguali se hanno tutti e tre i lati uguali.** Triangoli uguali significa che hanno uguale perimetro, uguale area e uguali tutti gli angoli. Abbiamo guadagnato un sacco di informazioni.

E queste informazioni sono utili: la mediana divide l'angolo piatto in due parti uguali, dunque forma due angoli retti. Primo risultato! La mediana è anche un'altezza.

E se anche gli angoli al vertice sono uguali allora la mediana è anche bisettrice ... CVD

SLIDE IL COLPO DI GENIO

Pensare logicamente sembra utile per sviluppare qualcosa di nuovo e di non banale. Sembra una vittoria completa della ragione sull'intuito. Ma **davvero il pensiero umano progredisce solo grazie alla deduzione?** Non è così scontato ...

Chi pensa la conclusione a cui si vuole arrivare? Una tesi prima di essere dimostrata è una congettura, un'idea. Chi suggerisce le tesi ad Euclide? **Come vengono le idee? Ci vuole fantasia? Fortuna? Intuito?**

In italiano "**prova**", oltre che dimostrazione, significa anche "**tentativo**". Chissà se questo doppio significato della parola suggerisce che si arriva alla dimostrazione provando e riprovando, andando prima per tentativi, **avendo come guida prima l'intuito della ragione.** Credo che sia difficile stabilire chi ha più meriti, tra ragione e intuito. Forse sono la coppia più bella del mondo ...

Ma **Aristotele** come sempre non dubbi, **l'intuizione è superiore alla ragione.** Nella parte finale degli Analitici II infatti dice che: "**non sussiste alcun genere di conoscenza superiore alla scienza (che per lui è la ragione), all'infuori dell'intuizione**" (Analitici II, 19, I00b).

SLIDE CONGETTURA DI GOLDBACH

L'intuizione però non basta, le intuizioni vanno provate. Altrimenti sono solo opinioni.

Ricordo che a scuola parlando di numeri primi con i miei ragazzi di prima media raccontavo sempre la storia della **congettura di Goldbach**, proposta dal matematico prussiano nel **1742**, uno dei più famosi **problemi irrisolti** della teoria dei numeri. **La maggior parte dei matematici ritiene "per intuizione" che la congettura sia vera, ma nessuno è mai riuscito in 250 anni a trovare un ragionamento logico per "dimostrarla".**

La congettura afferma che

"Ogni numero pari maggiore di 2 può essere scritto come somma tra due numeri primi"

Per esempio,

$$4 = 2 + 2 \quad 6 = 3 + 3 \quad 8 = 3 + 5 \quad 10 = 3 + 7 = 5 + 5 \quad 12 = 5 + 7 \quad \dots \quad 36 = 17 + 19$$

ecc.

Appena informavo la classe che nessuno era riuscito a stabilire se la cosa è vera o no immediatamente i ragazzi facevano a gara a chi riusciva a risolvere il problema, del tutto incuranti del fatto che matematici più grandi di loro stavano cercando la dimostrazione da più di 250 anni!

Il loro entusiasmo mi è sempre servito a spiegare **la differenza tra dimostrazione e verifica empirica**. I miei studenti partivano in quarta **"a controllare se" la congettura fosse vera o no per tutti i numeri pari**, 2,4,6,8, eccetera. Senza pensare che il problema sta in quell'eccetera. Il controllo a favore della congettura è schiacciante (si trova sempre una coppia di numeri primi adatti, che sommati danno il numero pari scelto, anche più coppie). Eppure non basta per essere certi che la congettura sia vera: per un numero pari grandissimo potrebbe non esserlo. **Come fare ad escluderlo? I numeri pari sono infiniti, non si possono "controllare" tutti, occorre una dimostrazione, un ragionamento logico che provi che basta essere numero pari per poter essere somma di numeri primi.**

Però, facevo notare, se si trovasse un numero ribelle che non soddisfa la congettura sarebbe utilissimo: saremmo sicuri che la congettura è falsa. A questo punto partiva la caccia all'eccezione, in questo caso basta trovare un numero solo, un controesempio, e il teorema è falsificato.

Nel 2000, allo scopo di pubblicizzare il libro "Zio Petros e la congettura di Goldbach" di Apostolos Doxiadis, l'editore britannico offrì un premio di un milione di dollari per una dimostrazione della congettura. Il premio sarebbe stato assegnato solo per dimostrazioni inviate per la pubblicazione entro aprile 2002, ma il premio non fu mai reclamato.

SLIDE IL GIGANTE HA I PIEDI D'ARGILLA

Torniamo ad Euclide e alla sua geometria **vera**. Tutti i pensatori fino alla metà dell'Ottocento ci credevano. Ma siamo proprio sicuri? Le conclusioni sono vere, diceva Il saggio Aristotele se sono valide le premesse. Ecco: questo è precisamente il punto debole. Il problema sono le premesse: le proprietà vere perché evidenti, che Euclide vi chiede di credere senza dimostrazione.

Come lo stesso Aristotele insegna ... **se le premesse fossero false tutto crollerebbe**. Purtroppo il progetto deduttivo aristotelico-euclideo è un gigante con i piedi d'argilla.

SLIDE IL PENSIERO IN CRISI

Il pensiero deduttivo è giovane e deve ancora maturare.

Dovranno passare ventidue secoli, duemila e duecento anni, prima che si comprenda il problema. È solo alla metà dell'Ottocento, dopo un travaglio durato almeno tre secoli, che sotto le picconate del dubbio il gigante euclideo crolla. È la **crisi dei fondamenti**.

Da chi provengono le picconate? Ci è voluto molto coraggio per mettere in discussione Aristotele ed Euclide, ma un manipolo di matematici ottocenteschi ha avuto finalmente questo coraggio e ha proposto, per uscire dalla crisi, **un nuovo modo di pensare**, rivoluzionario.

L'idea è semplice. Viene da una ribellione, da una sfiducia. Perché dobbiamo "credere" a qualcosa di non dimostrato? Chi mai ci assicura che le evidenze siano evidenti per tutti? Questi coraggiosi matematici hanno ragione.

E qual è la soluzione che propongono? Semplicissimo, ai matematici, decidono, non importa la verità. Non interessa se le premesse sono vere e nemmeno se sono vere le conclusioni. Niente più richieste da accettare per fede (postulati).

La premessa è solo una assunzione da accettare per vedere che cosa se ne può dedurre (assiomi). Gli assiomi sono punti di partenza, sono come una regola di un gioco in scatola.

Accettando gli assiomi euclidei si deduce logicamente più modestamente "UNA" geometria, la geometria euclidea. Vera? Falsa? Chi può dirlo? Non il matematico.

Se ne consideri altri di assiomi, ovviamente, dedurrai logicamente altre proprietà, non euclidee, ma sempre senza incontrare contraddizioni. **L'importante, per il matematico, è rispettare le regole della deduzione, è produrre un flusso logico di ragionamento, non la verità delle premesse e delle conclusioni.**

Ma la cosa è diversa per lo scienziato!

SLIDE COLLEZIONE DI MODELLI

Tremano i filosofi, ma i matematici prendono la cosa filosoficamente. I matematici pensano che rinunciare alla verità fa guadagnare libertà. Invece di un mondo i matematici si trovano tra le mani infiniti mondi.

Questi mondi sono in realtà solo modelli, mondi virtuali. Sono come abiti, una intera collezione di abiti.

Scegliere il modello non spetta al matematico (al sarto), ma al fisico, al chimico, al meteorologo, al biologo, al medico (cioè al cliente con le sue esigenze legittime).

Il fisico, il biologo ecc. hanno a che fare con la realtà là fuori e loro compito è stabilire quale modello meglio si adatti al mondo. Ma quale mondo?

SLIDE IL MODELLO CHE VA A PENNELLO

Prendiamo il **mondo** su cui appoggiamo i piedi. È evidente a tutti, direte, che il miglior modello è quello descritto dalla geometria euclidea piana. Niente affatto. Se riflettete che non viviamo affatto su un piano, viviamo su una palla, anche se molti terrapiattisti ancora non ci credono, capirete che **la geometria piana di Euclide, quella che abbiamo tutti studiato a scuola, non è affatto "vera", ma già in partenza è approssimata, come modello di geometria del globo. Ma a livello locale, per misurare un campo o una pezza di stoffa, va benissimo.**

A livello del mondo astronomico o delle particelle elementari l'approssimazione peggiora, la geometria euclidea non è affatto il miglior modello. **Occorre un'altra geometria.**

È bello **saper pensare logicamente altre geometrie,** e costruirle con la mente come se fossero abiti. Ed è bello accorgersi che nei mondi meno naturali, quello enormemente piccolo e quello enormemente grande, queste strane immaginarie geometrie funzionano perfettamente. Calzano a pennello!

SLIDE VERSO UN PENSIERO LIBERO

Entriamo in scenari alternativi, lontanissimi dalla visione di Aristotele che pure deduceva le sue conoscenze con la razionalità, ma che ha saputo pensare ad una unica realtà, quella prodotta dalla sua mente. Non ha saputo staccarsi dal pensiero filosofico che modella un unico mondo.

Il distacco dalla fisica aristotelica non è stato facile, ma quando si pensa non c'è mai una sola direzione, e il senso del pensare sta nella libera esplorazione di tutte le possibilità.

Il pensiero deduttivo è diventato un gioco di libertà. E, in seguito, uno strumento per la scienza. La matematica è, come pensava Platone, proprio il linguaggio che "serve" per descrivere "i mondi" che lo scienziato vuole spiegare.

E se qualche modello "non serve", nessun problema, rimarrà come patrimonio dell'umanità, **puro pensiero**, filosofico e razionale, dunque libero.

ULTIMA SLIDE

La Pascalina

Abbiamo volato sulle ali del pensiero magico e razionale. Negli approfondimenti ci attende lo sviluppo del pensiero scientifico. Perché è nato? E perché proprio in Italia? E perché in quel tempo? Cosa è cambiato nella nostra mente?

Bibliografia

Carlo Rovelli, "L'ordine del tempo" Adelphi

David Wootton, "La scintilla della creazione" Il Saggiatore

Claudio Bartocci, "Gauss, Riemann, Poincaré e Hilbert. La matematica diventa scienza" la Biblioteca di Repubblica

Enrico Bellone, "Galileo, Keplero e la nascita del metodo scientifico"

Bryson, "Breve storia di quasi tutto"

Russell, "La visione scientifica del mondo", CDE

Russo, "Euclide: il I libro degli elementi" Carocci editore

Sitografia

Teoria della conoscenza di Martini <https://mooc.uniurb.it/moodle/mod/page/view.php?id=512>

<https://www.vanillamagazine.it/lanello-doro-di-isopata-e-la-straordinaria-liberta-delle-donne-di-creta/>

<https://www.mathisintheair.org/wp/2018/05/terra-fuoco-acqua-aria-e-i-solidi-di-platone/>

<https://www.chiedileprove.it/> <https://www.fondazioneveronesi.it/magazine/i-blog-della-fondazione/il-blog-di-chiara-segre/chiedi-le-prove-unaffermazione-scientifica-senza-prove-non-e-scientifica>

<https://www.scienzainrete.it/articolo/giorgio-parisi-allaccademia-dei-lincei-attenzione-alle-tendenze-antiscientifiche/giorgio>

<http://www.medbunker.it/2011/05/fiori-di-bach-acqua-sole-ed-energia.html>

<https://www.cicap.org/n/articolo.php?id=275797>

https://www.iss.it/covid19-faq/-/asset_publisher/yJS4xO2fauqM/content/vaccinati-e-non-il-confronto-tra-i-casi-ci-dice-che-il-vaccino-funziona

<https://vaccinocovid.regione.emilia-romagna.it/aggiornamenti/i-non-vaccinati-il-rischio-di-morire-o-di-finire-terapia-intensiva-e-36-volte>

<https://www.aifa.gov.it/sperimentazione-clinica-dei-farmaci>

<https://www.quotidianosanita.it/allegati/allegato1488901.pdf>

https://www.quotidianosanita.it/studi-e-analisi/articolo.php?articolo_id=101783

http://dati.istat.it/viewhtml.aspx?il=blank&vh=0000&vf=0&vcq=1100&graph=0&view-metadata=1&lang=it&QueryId=19670&metadata=DCIS_DECESSI#

<https://www.cicap.org/n/articolo.php?id=1800778>