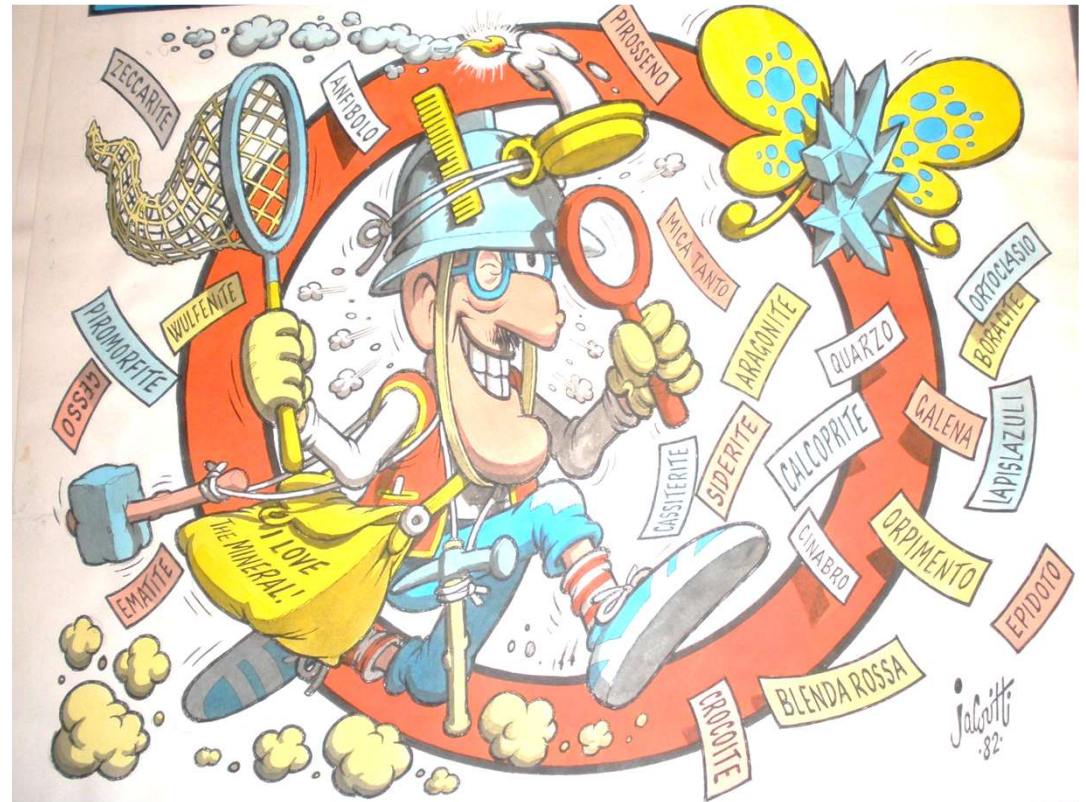


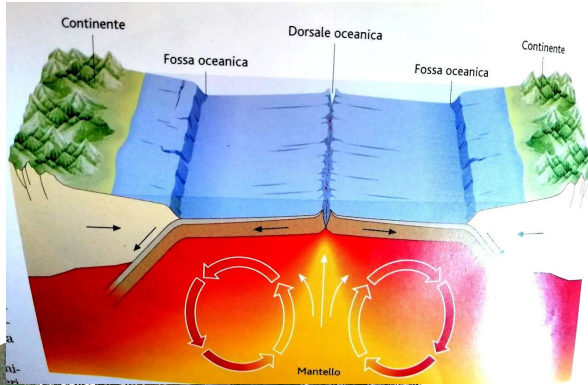
(una possibile) introduzione alla geologia

Scuola Estiva per insegnanti
ROCCE, MINERALI e
FOSSILI

Museo di Storia Naturale
dell'Università di Pisa



Test di geologicità ;-)



<https://www.menti.com/almiirsygqy4>

Test di attenzione



Geologia

- Scienza che studia la Terra, la sua struttura e i suoi processi
- Analizza rocce, fossili, minerali, per avere dati sui processi geologici
- Interpreta il passato sulla base dei processi attuali (per fare previsioni sul futuro)

<https://sites.google.com/site/storiadidageo>



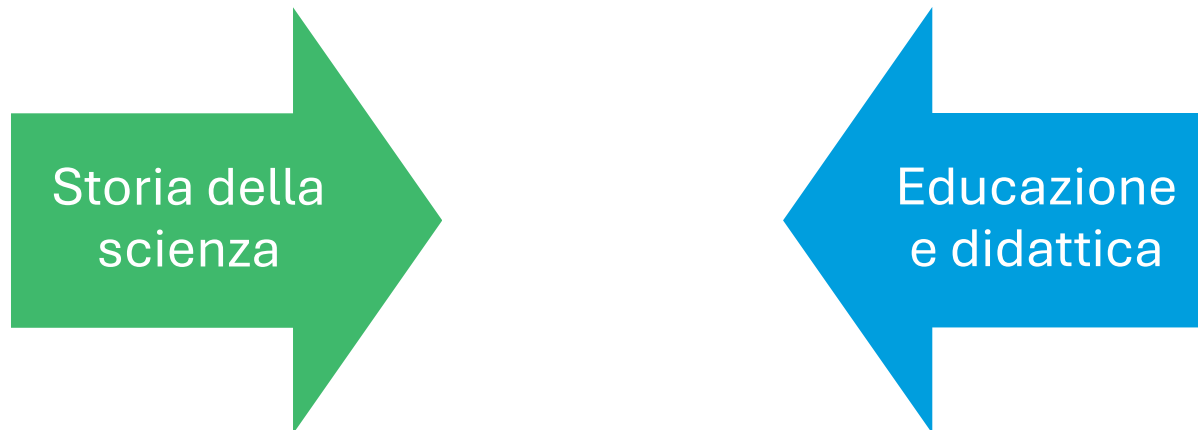
Domanda di ricerca:

come si sono formate ed evolute le 'idee geologiche'?

... nel tempo

... nelle persone

... nelle culture





Ricerca ‘sul campo’

- Come descrivono i bambini una roccia sedimentaria con fossili di conchiglie?
- Se diciamo ai bambini che la roccia proviene da una montagna, come spiegano la presenza delle conchiglie?
- Fanno riferimento alle trasformazioni dell'ambiente naturale nel tempo?
- Ragionamento «retrodittivo»?



In generale:

Sono stati condotti diversi studi per verificare la presenza di concetti alternativi sulla formazione delle rocce tra alunni e studenti (Blake, 2005; Cheek, 2010; Dal, 2007, 2009; Dove, 1998; King, 2008).

Ad esempio, gli alunni di tutte le età percepiscono la roccia come un materiale opaco, pesante, grande e scuro (Dove, 1998).

Russell et al. (1993) riferiscono che i bambini piccoli considerano pietre, ciottoli, sabbia e rocce come entità separate, piuttosto che materiali che condividono le caratteristiche di un materiale originario comune.

In generale, sia i bambini che gli adulti hanno difficoltà a distinguere i minerali dalle rocce (Gosselin & Macklem-Hurst, 2002).

Concetti alternativi come i ciottoli che crescono, il coinvolgimento umano nella formazione delle rocce e le rocce sedimentarie che si formano quando le pozzanghere si prosciugano, sono emersi nei futuri insegnanti che hanno completato un corso universitario di scienze della Terra (Kusnick, 2002).

5 anni



5 anni

1. **L'alunno non ha visto le conchiglie**
2. **Risposte senza senso o prive di significato**
3. **Azione degli uomini** “Perché qualcuno ha preso questa pietra” o “Perché qualcuno le ha raccolte e le ha portate sulla montagna”
4. **Roccia precedente con conchiglie attaccate sull'esterno** “Perché sono attaccati”, “Perché questa roccia era in mare e le conchiglie si sono attaccate a questa roccia”
5. **Antropomorfismo: rocce e conchiglie possono muoversi** “Hanno saltato e... sono arrivate alla montagna”; “Perché le conchiglie hanno nuotato fino alla roccia”, “Forse non avevano una famiglia e sono andate a cercarla”.
6. **Collegamento della roccia con l'acqua** Perché il mare è salito sulla montagna e ha portato tutte le conchiglie” o “Le onde hanno portato le conchiglie sulla montagna”, “Provengono dall'oceano”.
7. **Trasporto via mare** ”Sott'acqua... sono andate con l'oceano»
8. **Eventi naturali catastrofici** “Perché c'è stato un terremoto. Ha fatto muovere la terra. L'acqua è salita fino alla montagna”, “Perché le rocce sono cadute sulla montagna e poi una frana le ha fatte finire in mare
9. **Altre spiegazioni**

Risultati (1)

1. Non tutti gli alunni più piccoli hanno notato (o hanno dichiarato di aver notato) la presenza delle conchiglie nella roccia. Ciò potrebbe suggerire che alcuni fatti, evidenti per gli adulti, non lo sono sempre per i bambini. Ciò sottolinea il possibile disaccordo tra ciò che gli insegnanti immaginano che gli alunni vedano e ciò che i bambini vedono effettivamente in contesti didattici. Un'altra ipotesi potrebbe essere il fatto che tutti, bambini e adulti, cercano e notano ciò che già conoscono, consentendo di dare un significato a un oggetto sconosciuto sulla base di ciò che conoscono.
2. Molte risposte di tipo antropomorfo: le conchiglie fanno, vanno, saltano, nuotano, hanno sentimenti

7 anni

Solo 5 categorie:

1. nessuna spiegazione;
2. intervento umano “qualcuno ha preso la roccia dal mare e l'ha portata sulla montagna”
3. la presenza di un lago o di un fiume vicino al luogo del ritrovamento “a volte in montagna ci sono dei laghi e quindi le conchiglie provengono da un lago”
4. cambiamenti avvenuti nel tempo “molti anni fa c'era il mare”);
5. le conchiglie sono in realtà pietre “Non è una conchiglia, se la roccia proviene dalle montagne... sembra una conchiglia, ma non lo è”, “pensi che questa sia una conchiglia, ma non lo è...”, “la pietra è cresciuta e ha formato una specie di conchiglia che sembra vera”..

Risultati (2)

Il concetto di “conchiglie di roccia”, con la negazione della loro origine organica e marina e l'idea di un processo di crescita (“la pietra è cresciuta e ha formato una sorta di conchiglia che sembra vera”), ricorda da vicino l'idea - considerata valida fino al XVI secolo e oltre - della generazione *in situ* dei fossili attraverso un **potere naturale** nascosto della roccia stessa.

Un concetto difficile: i fossili

Aristotele propose una spiegazione che ebbe grande successo. Secondo la sua teoria, i fossili si erano formati grazie all'azione di un fluido terrestre **che pietrificava tutto quello con cui entrava in contatto**, oppure di qualche *vis plastica*, una **forza plasmatrice sconosciuta**.

La tesi aristotelica si mantenne per tutto il Medioevo. Si credeva che certi tipi di fossili avessero avuto origine dai resti di animali acquatici trasformati in pietra a causa delle esalazioni vaporose di una “forza mineralizzante”. Altri autori medievali sostenevano invece che i vegetali fossili potessero essere **il prodotto dell'influenza degli astri**. Contemporaneamente si diffuse anche un'interpretazione basata sulla Bibbia secondo la quale le conchiglie marine, trovate sulle cime delle montagne, si erano depositate lì **dopo il ritiro delle acque del Diluvio universale**.

10 anni

1. Nessuna spiegazione
2. Intervento umano *“forse qualcuno le ha portate lì”*
3. La montagna è vicina al mare *«forse quando il mare è agitato tende più ad andare verso le montagne»*
4. Trasportate via mare *«Un'alta marea»,*
5. Agenti atmosferici (ad es. vento) *«un forte vento ha portato queste conchiglie sulla roccia»*
6. Collegamento con lago o fiume *«C'è un fiume che le ha spostate»*
7. Eventi catastrofici *«Forse si sono spostate con uno tsunami»*
8. Un tempo il mare ricopriva la Terra *“risale a quando il mare copriva tutte le nostre montagne e quindi le conchiglie sono rimaste attaccate a questa roccia ”; “una volta era tutto mare”*

Risultati (3)

1. Compare l'idea che le modifiche dell'ambiente nel tempo spieghino la presenza dei gusci all'interno della roccia (presenza di un mare antico).
2. Presenti espressioni e parole che fanno riferimento al tempo. L'analisi mostra che il 28% degli alunni fa riferimento al tempo utilizzando parole come “prima”, ‘dopo’, ecc., mentre il 21% fa riferimento al tempo utilizzando termini quantificativi come: “molto tempo fa”, “milioni di anni fa”, ecc.
3. Nessuno spiega dove è andato il mare «dopo»

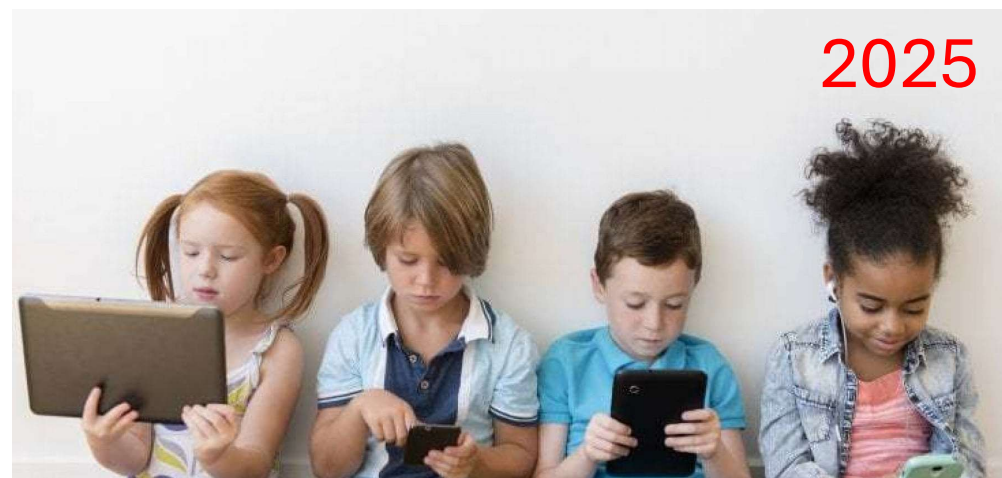
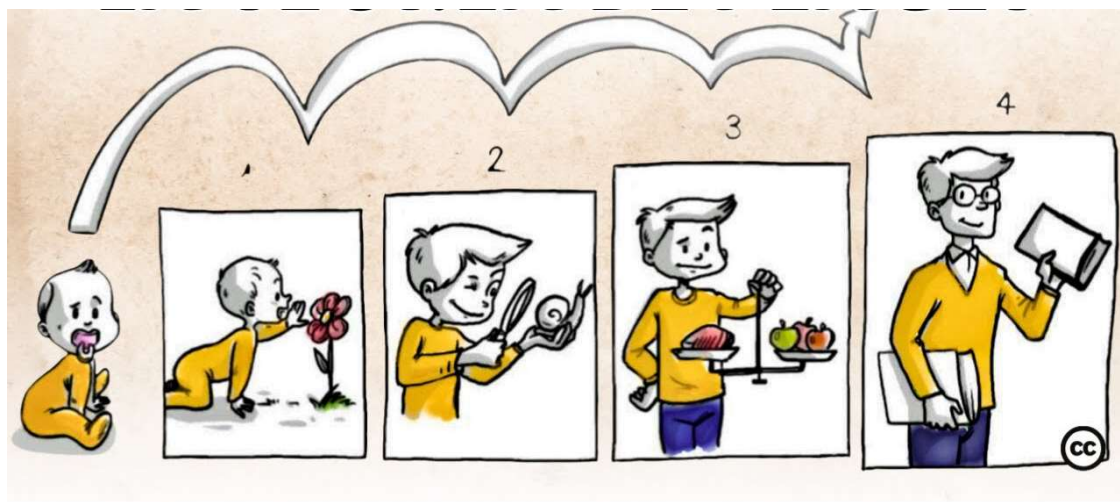
Sono bambini... lo diceva anche Piaget

(100 anni fa!)

- convinzioni libere. Con questa espressione Piaget raccoglie tutti i casi in cui un bambino si sforza di rispondere a una domanda completamente nuova dopo aver riflettuto, utilizzando le proprie esperienze e idee passate, anche se si trova di fronte alla domanda per la prima volta: “La convinzione libera non è quindi, in senso stretto, né spontanea né suggerita; è il risultato di un ragionamento, *eseguito su richiesta*, ma mediante materiale originale (conoscenze precedenti, immagini mentali, schemi motori, associazioni sincretiche, ecc.) e strumenti logici originali (metodo di ragionamento, tendenze naturali della mente, abitudini intellettuali, ecc.)” (Piaget, 1929, p. 11). È interessante notare che nessuna delle risposte raccolte per i 7 anni e i 10 anni sembra rientrare nel gruppo delle risposte «romantiche» (Piaget, 1929), che probabilmente influenzano diverse spiegazioni fornite dai bambini di 5 anni.

Sono bambini... lo diceva anche Piaget

(100 anni fa!)





Certo, sono bambini... lo diceva anche Piaget

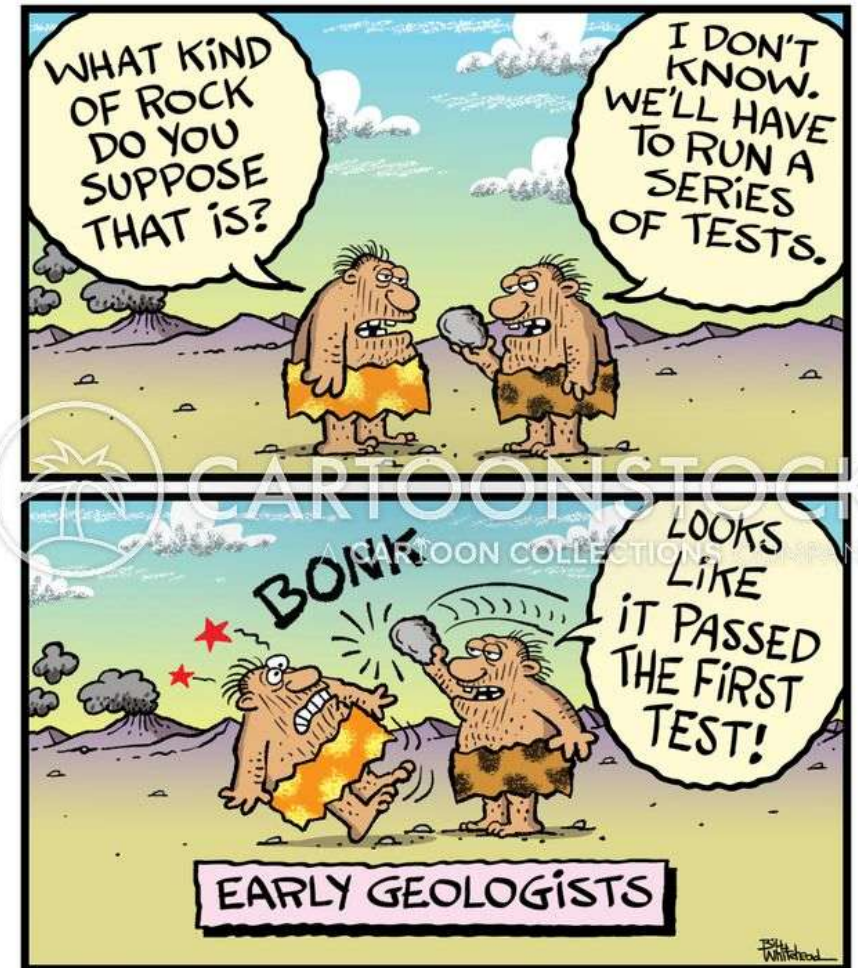
Laboratorio sulle rocce con ragazzi di 3° liceo scientifico

- Perché dite che questa roccia non è sedimentaria?
- NON CI SONO FOSSILI
- Queste cose più chiare cosa sono?
- SONO COSE CHE SI SONO FORMATE DA SOLE DENTRO LA ROCCIA

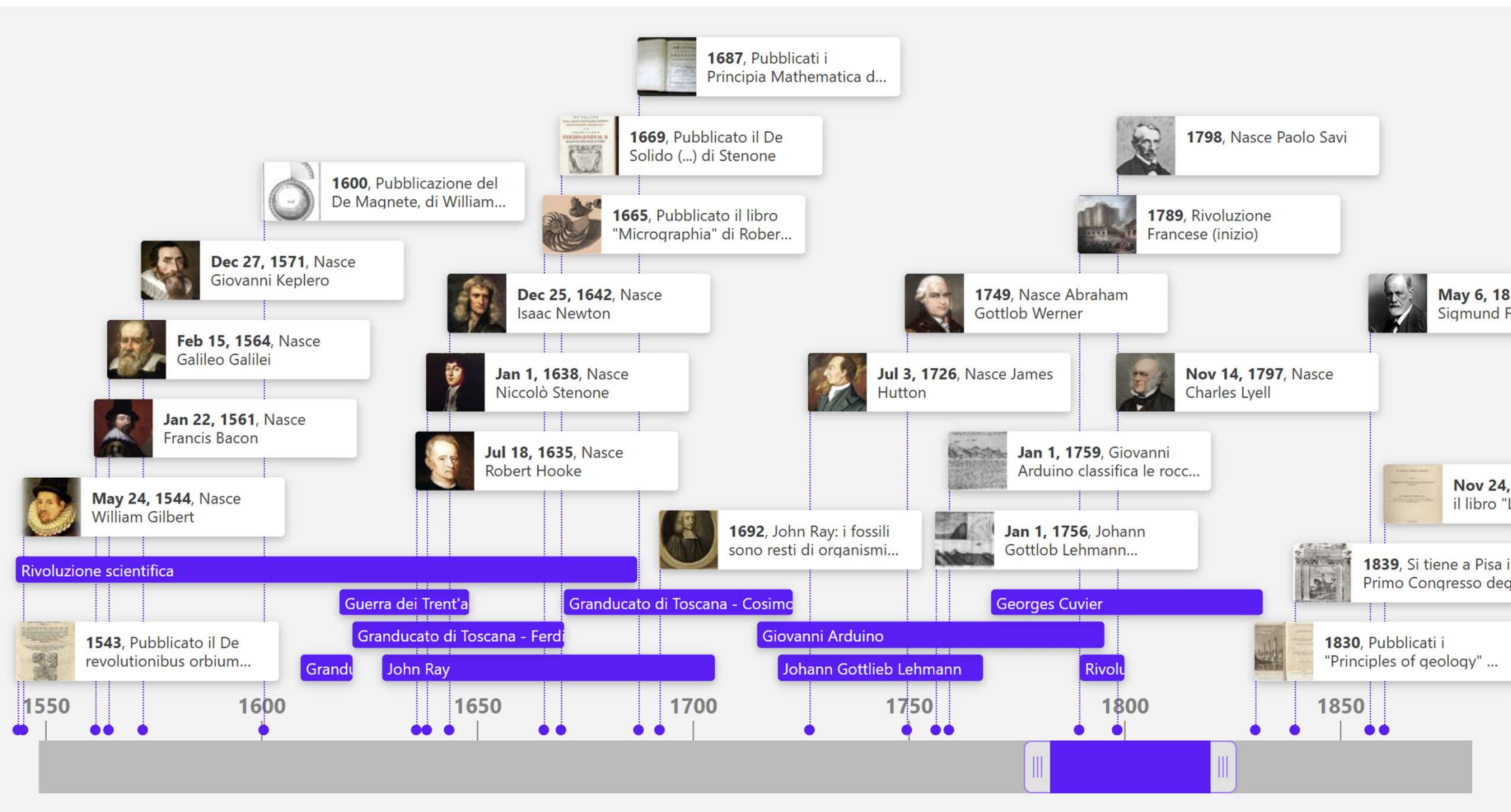


Tutta questa premessa per dire che l'argomento di questa scuola estiva (rocce, minerali e fossili) è «complesso».

Proprio per questo, in passato, ha generato lunghe discussioni, a partire dal secolo della Rivoluzione Scientifica fino ai due secoli seguenti ('700 e '800)



<https://www.timetoast.com/timelines/478083>



Il dibattito tra plutonisti e nettunisti nel secolo dei «lumi»

In geologia, due opposte idee si vanno affermando sull'origine del basalto, del granito, e delle rocce in generale. Per l'una si sono formate dall'acqua («teoria nettunista», da Nettuno, dio del mare), per l'altra dal fuoco, cioè da masse fuse, lava o magma («teoria plutonista», da Plutone, dio degli inferi).



La concezione nettunista sembrava più conforme alla visione biblica, che parlava di distese di acque, e non di fuoco. Il successivo diluvio biblico era il punto di partenza per cercare di spiegare la formazione dei fossili ed il loro ritrovamento ad alte quote.



Johann Gottlob Lehmann (1756)

Classificazione delle rocce della crosta terrestre:

- montagne primitive: rocce di origine chimica, di natura cristallina, anteriori all'avvento della vita, prive di fossili**
- montagne stratificate: formate dai clasti delle montagne primitive, stratificate e fossilifere**
- montagne trasportate (alluvionali): recenti e poco cementate**

Giovanni Arduino (1759)

**Rocce Primitive
Rocce Secondarie
Rocce Terziarie**

Criterio: genetico-temporale



- <https://sites.google.com/site/storiadigeo/il-corso-a-a-2024-25/06-lorigine-delle-rocce-nettunisti-e-plutonisti>

Abraham Gottlob Werner (1743-1815)
Professore all'Accademia Mineraria di Freiberg

Secondo Werner tutte le rocce avevano un'origine marina, comprese le rocce cristalline (rocce ignee intrusive e metamorfiche di alto grado) che sarebbero derivate dalla precipitazione chimica nelle acque oceaniche

La teoria werneriana postulava l'esistenza di un piccolo continente circondato da un grande oceano primitivo. Il ritiro di questo oceano avrebbe fatto emergere nuove terre e la deposizione dei materiali della crosta terrestre rendendo più analitico il modello proposto da Lehmann:

- Montagne primitive: attuali rocce ignee e metamorfite di alto grado, che, secondo Werner, si erano originate per precipitazione chimica nell'oceano primitivo e che avrebbero coperto l'intera Terra**
- Montagne di transizione: calcari litoidi, dicchi, filoni: primi sedimenti deposti negli oceani mentre si formavano i primi organismi**
- Montagne stratificate: rocce sedimentarie, fossilifere e stratificate**
- Montagne alluvionali: ghiaie, sabbie, argille: formate sulle terre emerse al ritirarsi dell'oceano dai continenti**



...da Abraham Gottlob Werner

...il problema mai risolto dai nettunisti consiste nell'indicare in quale luogo si fossero ritirate le acque dell'oceano primitivo per fare emergere le terre

....come in tutte le teorie, anche le più improbabili, i nettunisti indicavano un grande gorgo che avrebbe riversato le acque oceaniche in enormi caverne

Werner: caposcuola dei nettunisti, influenzò tutta la geologia dalla fine del Settecento ai primi decenni dell'Ottocento.

Paolo Savi (1798-1871), importante naturalista toscano del XIX secolo, è stato inizialmente seguace del nettunismo

James Hutton (1726-1797)

Influenzato dai grandi costruttori di modelli dell'universo del Seicento, quali Galileo, Descartes, Newton, Leibniz, ambiva a diventare " i Descartes o i Newton del globo terrestre" (Porter, 1992).

Hutton riteneva che la storia della Terra potesse essere spiegata sulla base di poche leggi naturali, semplici, e universali; valide per tutti i momenti della storia geologica e per tutte le parti del globo, escludendo eventi straordinari o miracolosi.

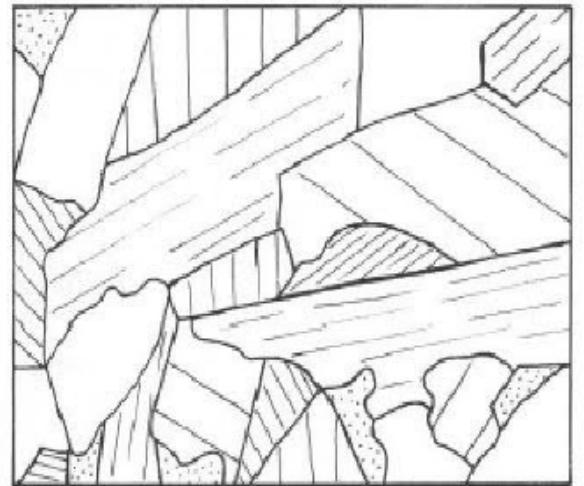
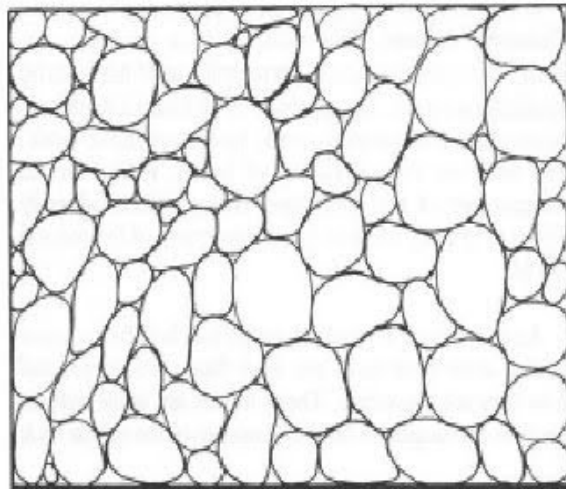
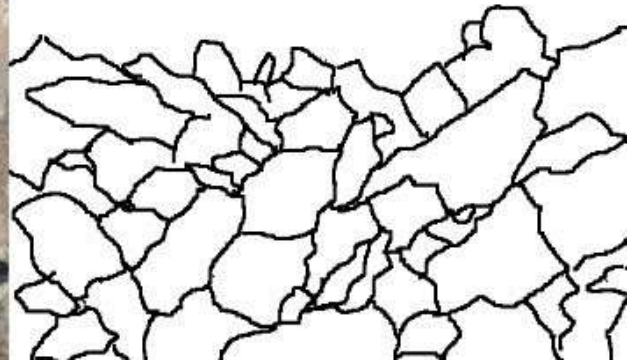
Hutton considera la Terra come una macchina perfetta, regolata da leggi proprie e immutabili, autoregolantesi, senza principio e senza fine, come l'universo degli astronomi del suo tempo.

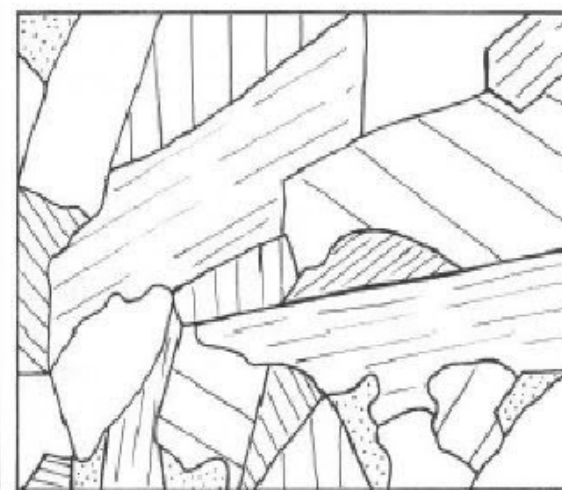
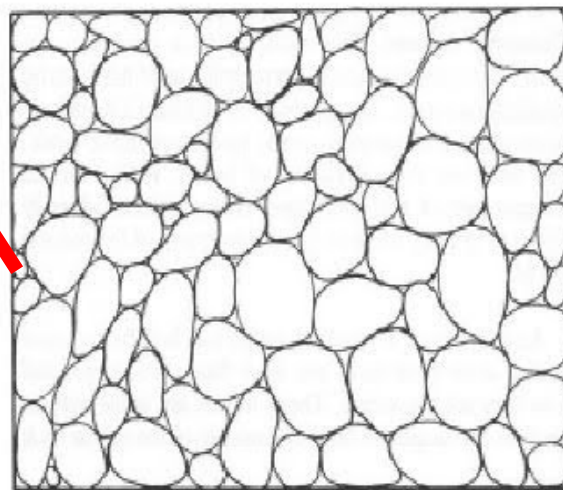
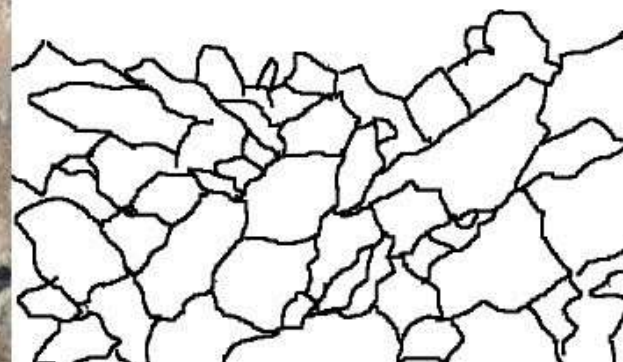
.... da J. Hutton

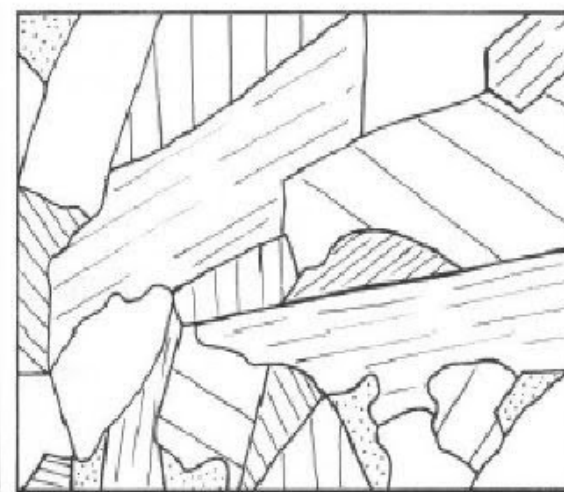
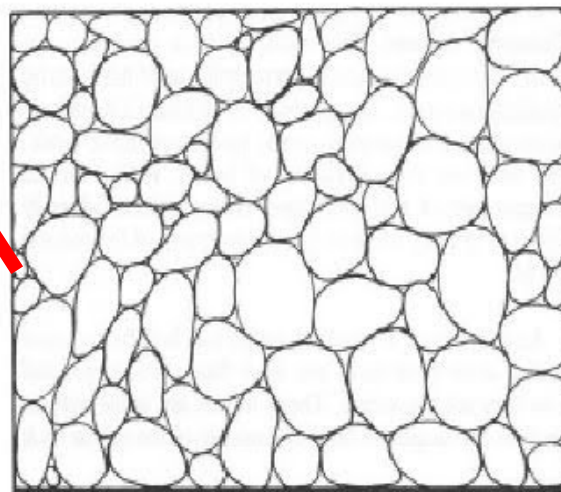
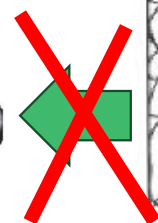
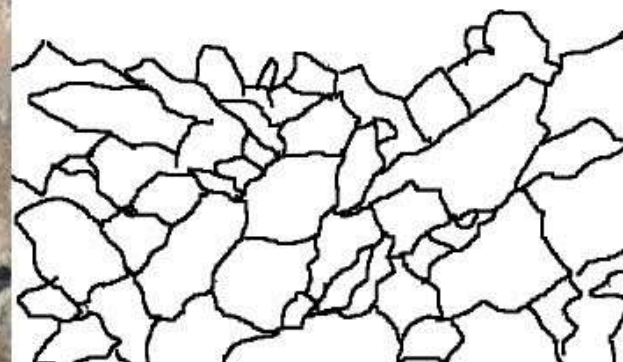
- I materiali strappati alle rocce dall'erosione sono trasportati dai fiumi verso il mare, dove si depositano e si solidificano. L'erosione smantella i rilievi che vengono perciò sommersi dai mari, mentre sorgono altri continenti e rilievi per il sollevamento delle rocce marine, spinte a emergere da "una forza che ha per principio il calore sotterraneo".
- Riconobbe che alcune rocce, più tardi denominate ignee o magmatiche, derivavano dal consolidamento di rocce fuse, **distinguendo dunque la genesi delle rocce ignee da quelle sedimentarie.**

**Il sollevamento dei continenti avrebbe prodotto strati di rocce sedimentarie inclinati e contorti, a partire da strati che si erano depositi parallelamente gli uni sugli altri sul fondo del mare. Al di sopra di essi, in discordanza angolare, si sarebbero depositi altri strati
(principio della sovrapposizione stratigrafica)**

**J. Hutton viene considerato il caposcuola dei plutonisti.
La sua teoria della dinamica della Terra viene definita
"dell' uniformismo".**







Stesso gruppo?
Gruppo diverso?
Perché?

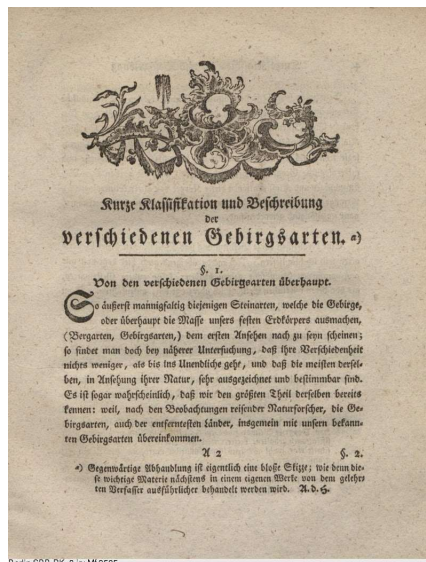


Stesso gruppo?
Gruppo diverso?
Perché?



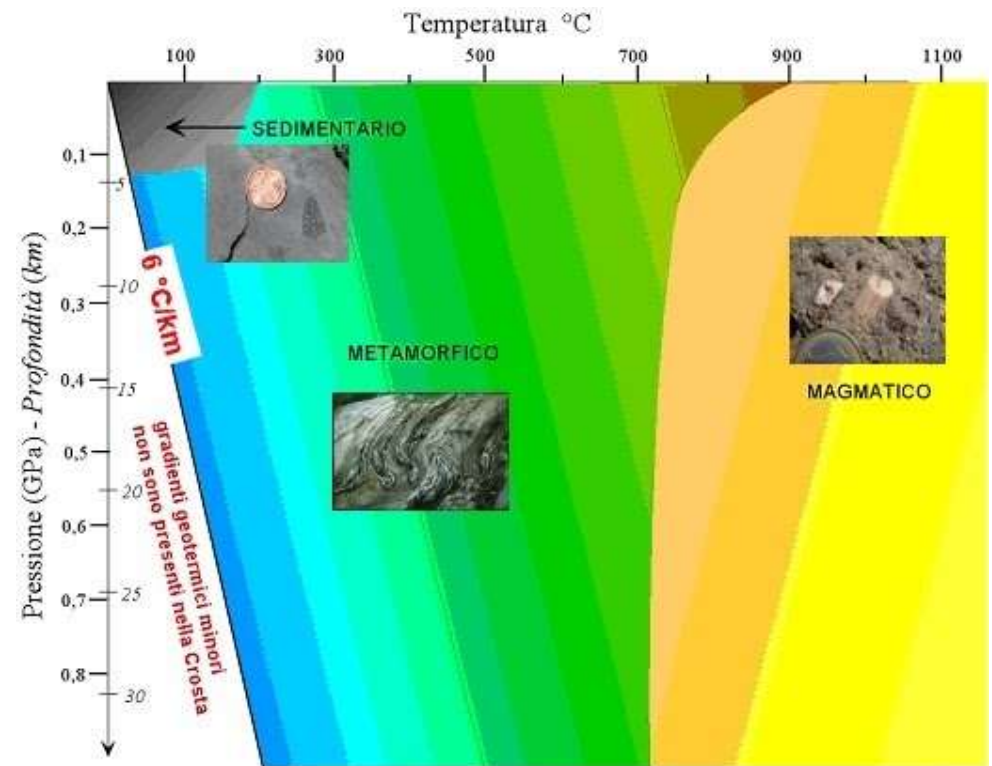
Fare una scelta:

I nettunisti del '700: classificano le rocce sulla base di **QUANDO** si sono formate

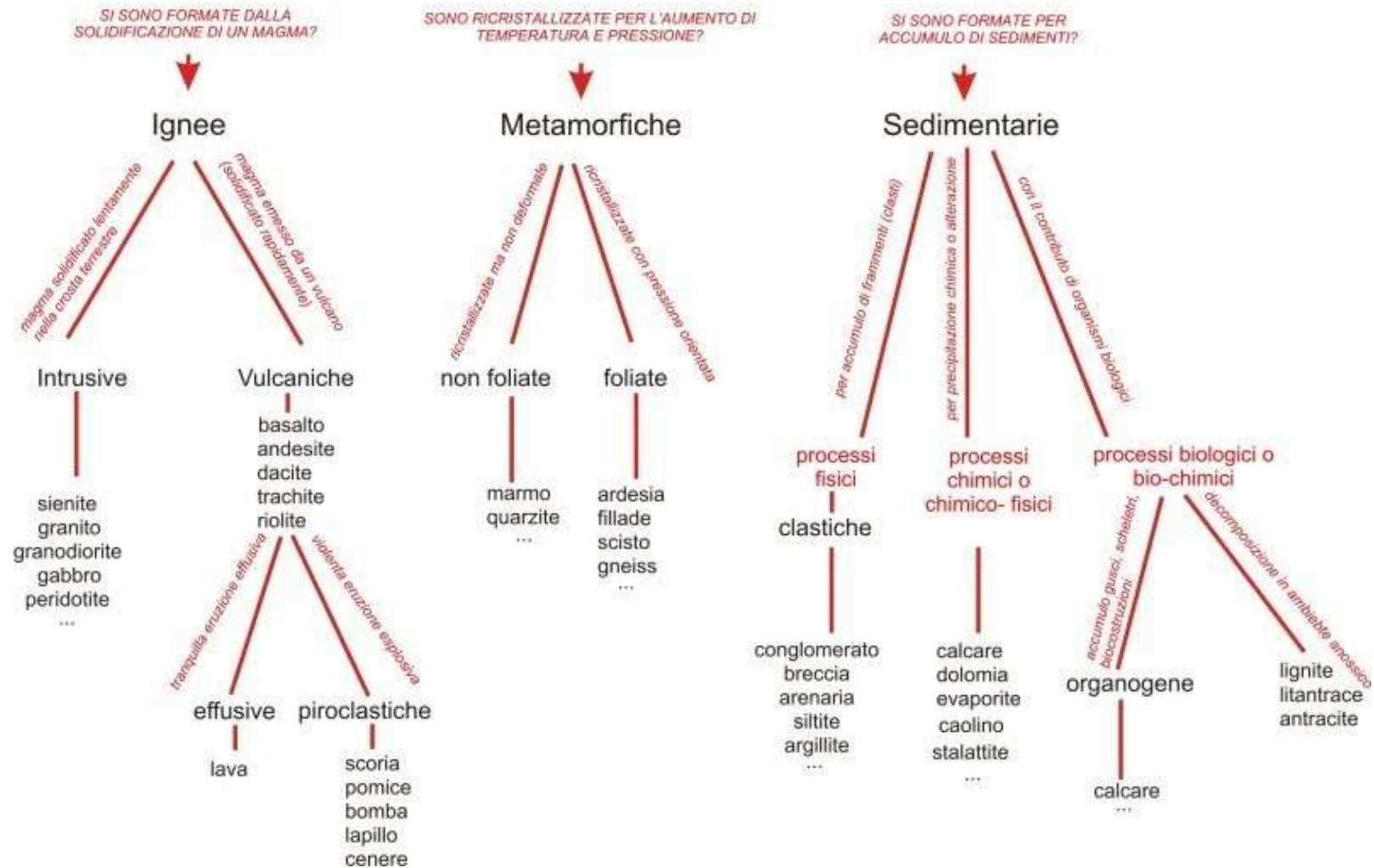


Berlin SBB-PK, 3 in: M 3505

I geologi oggi: classificano le rocce sulla base di **COME** si sono formate



LE ROCCE: UNA CLASSIFICAZIONE BASATA SUI PROCESSI CHE LE HANNO GENERATE





Cuvier, Brognart (studioso di molluschi) e Lamark, studiando il Bacino di Parigi, vi riconobbero undici formazioni geologiche, separate da altrettante regressioni/trasgressioni marine, considerate eventi istantanei e catastrofici.

All'inizio dell'Ottocento il catastrofismo si afferma in Inghilterra, con i seguenti paradigmi:

- Dopo ogni catastrofe Dio ha ripopolato la terra con nuove creature**
- Le formazioni geologiche sono caratterizzate da omogeneità di faune e flore fossili su tutto il globo, separate da discontinuità che testimoniano eventi catastrofici sincroni e di scala globale.**
- Le formazioni geologiche presenti in Europa devono riconoscersi in tutto il mondo**
- I fossili mostrano un incremento di complessità dall'Azoico alla comparsa dell'Uomo, testimoniando crescente progresso e ordine**



Charles Lyell (1797-1875)

Accolse i principi dell'uniformismo di Hutton, inserendola nel quadro dei principi della nuova stratigrafia, ai quali Cuvier e Smith avevano dato un contributo fondamentale.

Tra il 1830 e il 1833 pubblicò i "Principles of Geology, che Chales Darwin, in più occasioni, considerò fondamentale per lo sviluppo della teoria dell'evoluzione.

Introdusse il principio dell'attualismo (gli eventi del passato si spiegano con le stesse forze che agiscono oggi).

Per la opportuna distinzione tra l'uniformismo di Hutton e l'attualismo di Lyell (*il presente è la chiave per spigare il passato*) si deve considerare che il primo affermava l'uniformità dei fenomeni mentre il secondo considerava l'uniformità delle leggi della natura, che non esclude trasformazioni e cambiamenti della Terra nel tempo

.....da Charles Lyell

A titolo di esempio, e per discriminare i due concetti, uniformismo e attualismo, si consideri il fenomeno delle correnti di convezione nel mantello, che allo stato attuale costituirebbero il motore della mobilità delle placche litosferiche:

-Secondo la teoria dell'uniformismo la Terra è una macchina perfetta, senza tempo, con un funzionamento costante nel tempo (uniformità dei fenomeni), dunque la mobilità delle placche litosferiche non subirebbe modificazioni, ad esempio per una minore disponibilità di energia termica nel mantello superiore

-Secondo la teoria dell'attualismo sono le leggi fisiche ad essere uniformi, dunque la mobilità delle placche litosferiche si attenuerebbe per la diminuita energia termica disponibile, pur con l'invarianza delle leggi fisiche che governano i fenomeni naturali

....da Charles Lyell

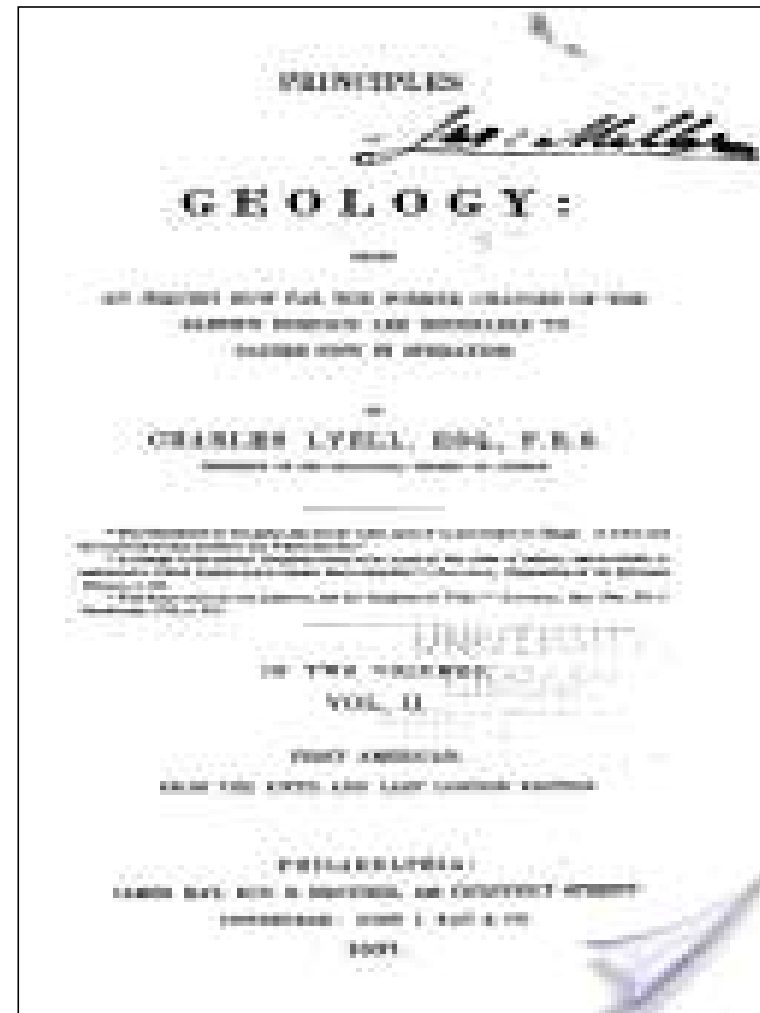
A proposito dell'uniformismo/catastrofismo Lyell scriveva (1830):

“Non vi è dubbio che in qualche regione del globo si sono susseguiti periodi di sconvolgimenti e di quiete, ma forse è altrettanto vero che, per quanto riguarda tutta la Terra, l'energia dei movimenti sotterranei è sempre stata uniforme.

Può darsi che per cicli di anni la forza dei terremoti sia stata sempre confinata, come lo è ora, a zone estese ma finite e poi si sia spostata gradualmente così che un'altra regione, che era stata a lungo in quiete, sia divenuta a sua volta il grandioso teatro della sua azione”.



Library of Congress



Secondo Lyell i Sistemi o i Periodi erano separati da "intervalli mancanti", che sarebbero stati indicati da cambiamenti delle litologie e da discordanze angolari tra gli strati sotto e sopragiacenti, che avrebbero indicato parossismi tettonici.

Le idee di Lyell, qualche volta distorte o travisate, furono accettate fino ai primi decenni del Novecento:

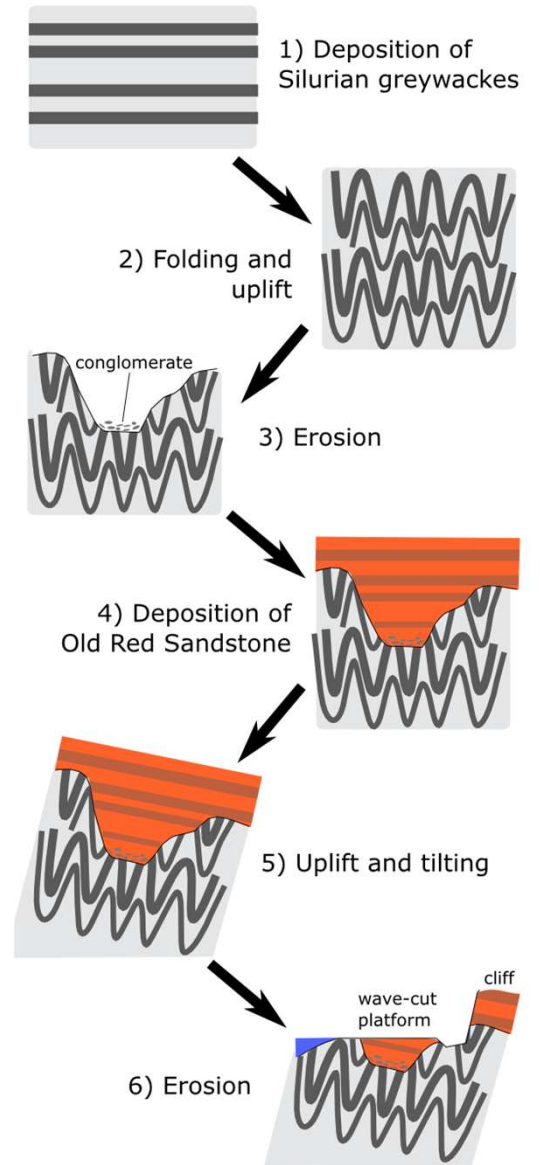
Nel 1909 T.C. Chamberlin (1843-1928) affermava:

"Il diastrofismo (complesso delle deformazioni e dei movimenti della crosta terrestre) è la base definitiva di correlazione".

L'idea era che si verificassero orogenesi estese a tutta la Terra, durante le quali i continenti si sollevavano, i mari si ritiravano, si formavano le montagne e mutavano gli organismi animali e vegetali, tanto che ancora nel 1955, a pochi anni dalla formulazione della teoria della tettonica delle placche litosferiche, il geologo tedesco Stille pubblicò la suddivisione del Paleozoico scandita da 42 episodi orogenetici, sincroni ed estesi a tutto il globo.



The story of Siccar Point



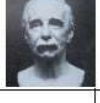
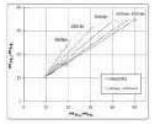
Paolo Savi:

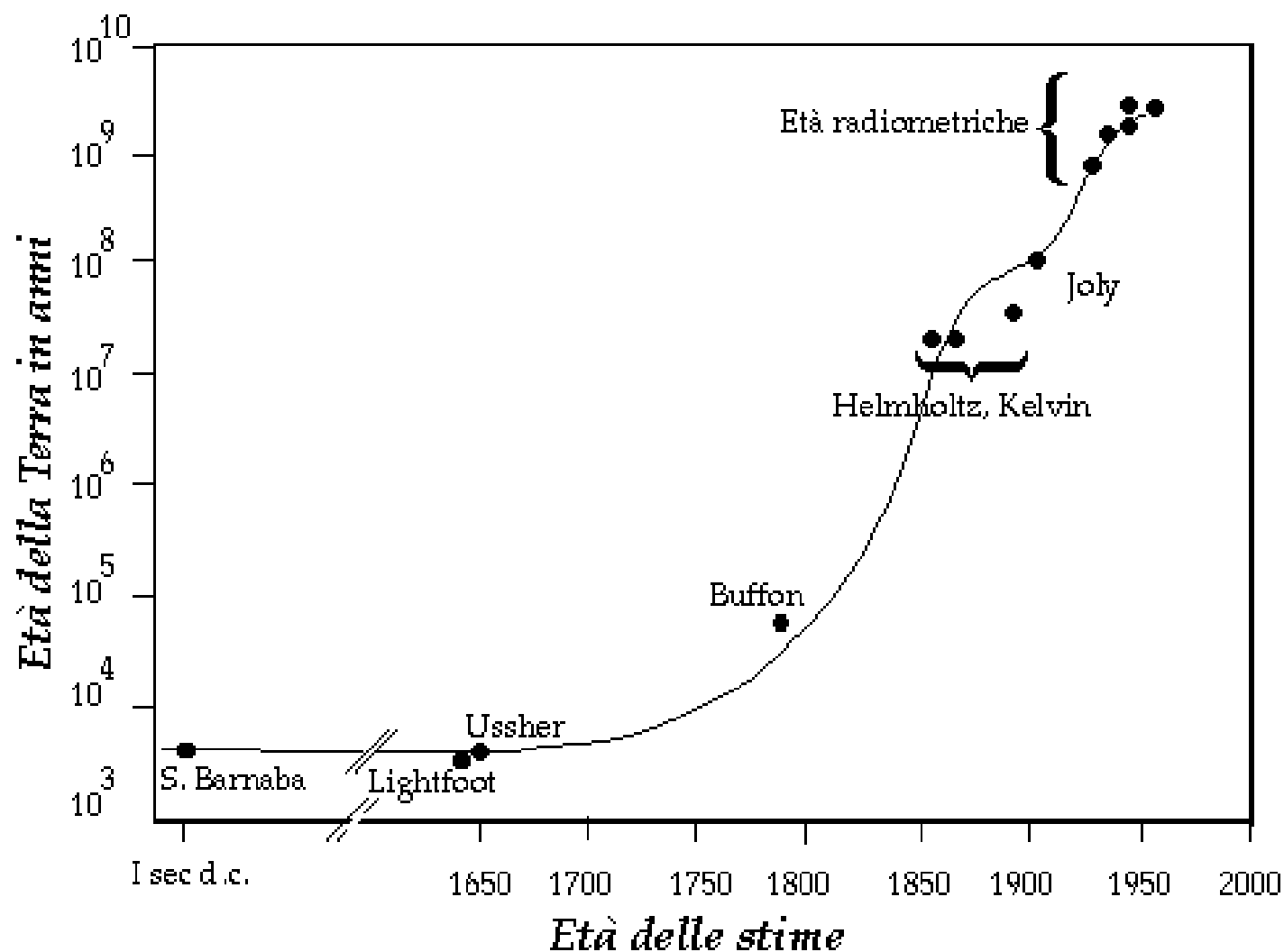
- Carta geologica dei Monti Pisani levata dal vero (Pisa, 1832)**
- Tagli geologici delle Apuane e del Monte Pisano e cenno sull'isola d'Elba
-(Nuovo Giornale di Letteratura, XXVI, 1833)**
- Considerazioni sulla Geologia della Toscana, con G. Meneghini
(Firenze, 1851)**
- Saggio sulla costituzione geologica della Provincia di Pisa
(Pisa, 1863)**

Nel 1850, con Giuseppe Meneghini, si schiera a favore della scuola inglese
Di C. Lyell dell'attualismo

Nell'ottobre del 1839 è tra gli organizzatori della Prima Riunione
degli Scienziati Italiani in Pisa – Sotto gli auspici di Leopoldo II Granduca di
Toscana

Nell'800 un altro problema geologico diventa spinoso: l'età della Terra

1650	Bible calculations give a 6000 year-old Earth Archbishop Ussher	
1779	A cooling ball shows the age of the Earth to be 75,000 years Comte de Buffon	
1788	The Earth is so old that 'there is no vestige of a beginning ...' James Hutton	
1830	Since volcanoes have modern fossils beneath them, the Earth must be old Charles Lyell	
1860	Ganges sediment shows the Earth is 96 million years old John Phillips	
1897	Lord Kelvin calculates: a 24 million year old Earth Lord Kelvin	
1899	The salt in the sea gives an 80-90 million year date John Joly	
1931	Radioactive decay shows the Earth is 1.4 to 3.8 billion years old Zircon crystal trapping uranium	
1956	Dating of meteorites shows that the Earth is 4.55 ± 1.5% billion years old The age of meteorites	

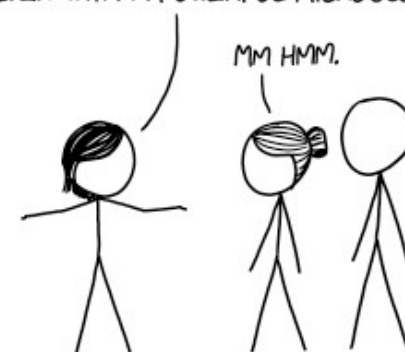


IMAGINE EARTH'S HISTORY AS A FOOTBALL FIELD, FROM THE PLANET'S FORMATION AT ONE END TO TODAY AT THE OTHER.

COMPLEX LIFE WOULD BE LARGELY LIMITED TO THE FINAL TEN YARDS. DINOSAURS APPEAR AT THE FIVE-YARD LINE, THE AGE OF MAMMALS HAPPENS IN THE LAST 1½ YARDS, AND HUMANS ARISE IN THE FINAL FEW MILLIMETERS.

ALL OF WRITTEN HISTORY WOULD FIT IN A STRIP NARROWER THAN A SINGLE HAIR.

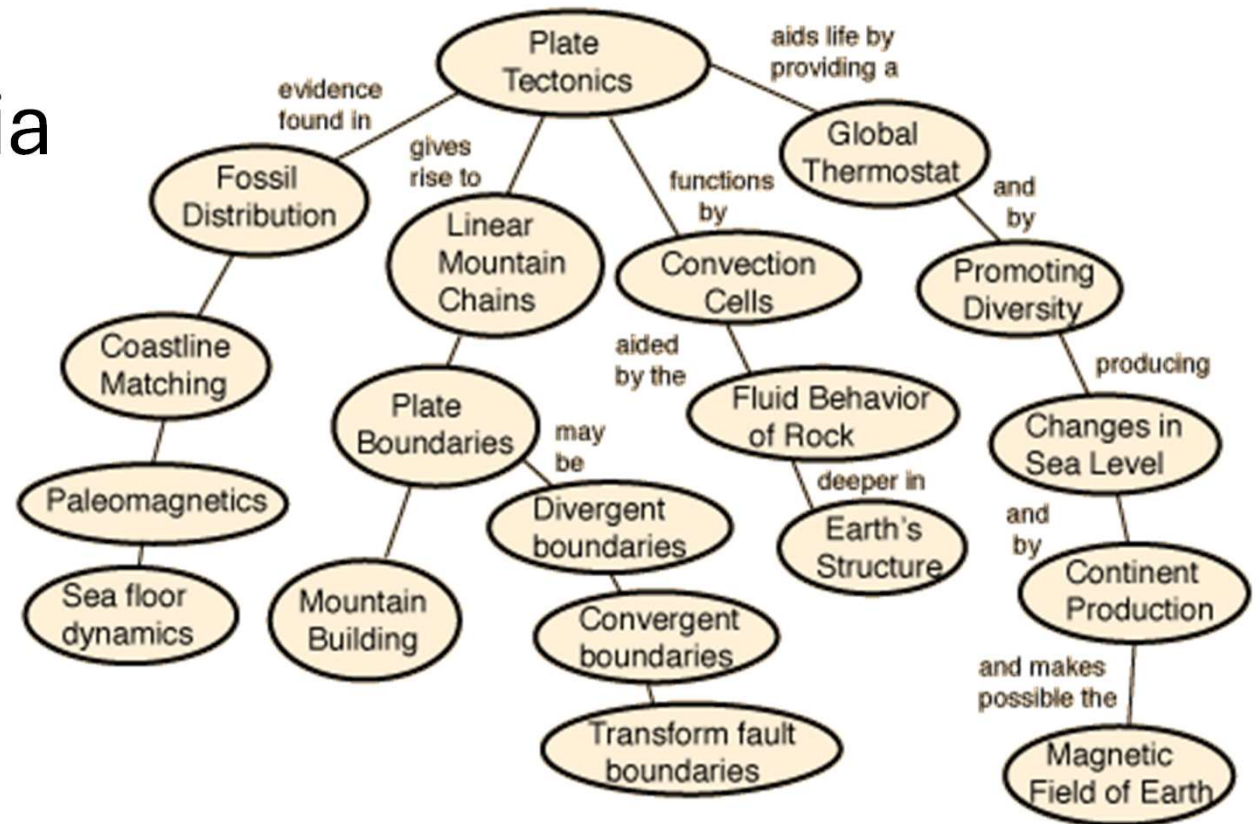
"TWO WEEKS" WOULD BE TOO SMALL TO SEE EVEN WITH A POWERFUL MICROSCOPE.



GEOLOGISTS ALWAYS TRY THIS WHEN THEY'RE LATE TURNING SOMETHING IN.

Con questo nuovo orizzonte temporale, ci si può porre domande a scala planetaria: come si formano le montagne? Come mai ci sono zone particolarmente attive da un punto di vista sismico e vulcanologico? Come spiegare le somiglianze in luoghi distanti tra loro?

Nascita di una teoria globale

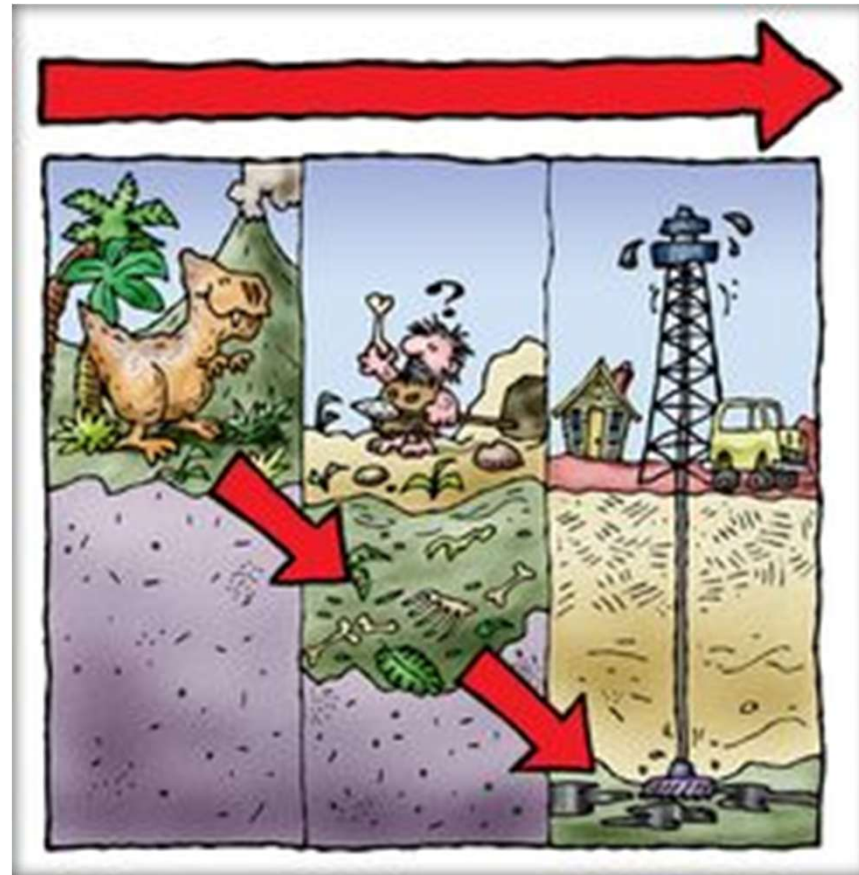


<https://sites.google.com/site/storiadidageo/il-corso-a-a-2024-25/17-nascita-di-una-teoria>





Grande risultato dell'800: è il **presente** la chiave per capire il **passato**



Speranza e convinzione attuale: il **passato** è la chiave per capire (con un po' di anticipo) il **futuro**

