

RELIEVO DE  
STRATA  
ENGLAND & WALES.  
SCOTLAND.



# Edad de la Tierra

# Tiempo Geológico



Constantino Mpodozis, Enero 2014

James Ussher, Obispo de Armagh, Irlanda  
1581-1656



Anno Mundi

Anno an-  
no  
Peri-  
odum  
Christi  
Juliane  
nam

I

7104004

# ANNALES

VETERIS TESTAMENTI,  
à primâ Mundi origine deducti.

**I**N PRINCIPIO creavit DEUS Cœ-  
lum & Terram. [*Genf. I. 1*] quod tempo-  
ris principium (juxta nostram Chronologiam)  
incidit in noctis illius initium, quæ XXIII.  
diem Octobris præcessit, in anno Periodi Ju-  
lianæ 710.

*Primo* igitur seculi die (*Octob. 23. feriâ 1.*)  
cum supremo Cœlo creavit Deus Angelos :  
deinde summo operis fastigio primum per-  
fecto, ad ima Mundanæ hujus fabricæ fundamenta progressus miran-  
dus artifex, infimum hunc globum ex Abyssis & Terrâ conflatum con-  
stituit ; concinentibus & collaudantibus eum simul omnibus ipsius An-  
gelis. [*Job XXXVIII. 7*] Cùmque Terra esset inanis & vacua, & tene-  
bræ essent in superficie Abyssi : in ipso primi diei medio creata est Lux ;  
quam à Tenebris distinguens Deus, illam appellavit Diem, has Noctem.

*Secundo* die, (*Octob. 24. feri. 2.*) creato expanso (quod Cœlum est ap-  
pellatum) distinctio est facta inter aquas superiores, & inferiores Terræ  
circumfusas.

*Tertio* die, (*Octob. 25. feri. 3.*) Aquas inferioribus in locum unum con-  
fluentibus, emerfit Terra arida. Aquas in Mare congregavit Creator :  
emissis interim fluvii, qui in Mare resluent. [*Ecclesiast. I. 7*] Terram  
omne genus Herbas & Plantas, cum seminibus & fructibus, germinare  
fecit. Præ aliis autem locis, Paradisum in Edene plantis ornavit : in  
quibus, Arbor vitæ & Arbor scientiæ boni ac mali. [*Gen. II. 8, 9.*]

*Quarto* die, (*Octob. 26. feri. 4.*) Sol, Luna, & reliqua Sidera creata sunt.

*Quinto* die, (*Octob. 27. feri. 5.*) Aquatilia & volatilia animantia præ-  
ducta sunt ; & fecunditate donata.

*Sexto* die (*Octob. 28. feri. 6.*) Terrestria animalia creata sunt ; tum  
Gradientia, tum Repentia. Denum verò Homo, ad imaginem Dei in  
divinâ Mentis scientiâ (*Coloss. III. 10*) & genuinâ Voluntatis sanctitate  
(*Ephes. IV. 24*) præcipuè consistentem, conditus est. Ille statim reli-

“El Mundo fue creado al caer la noche del día anterior al 23 de Octubre del año 4004 AC...”

# Edad de la Tierra

**Antes del Siglo 19, basada en las creencias religiosas**

**-- 6,000 años según la tradición cristiana (Arzobispo Usher, *Genealogía en la Biblia*)**

**-- Antigua más allá de toda comprensión (Hindu/Budista/China)**

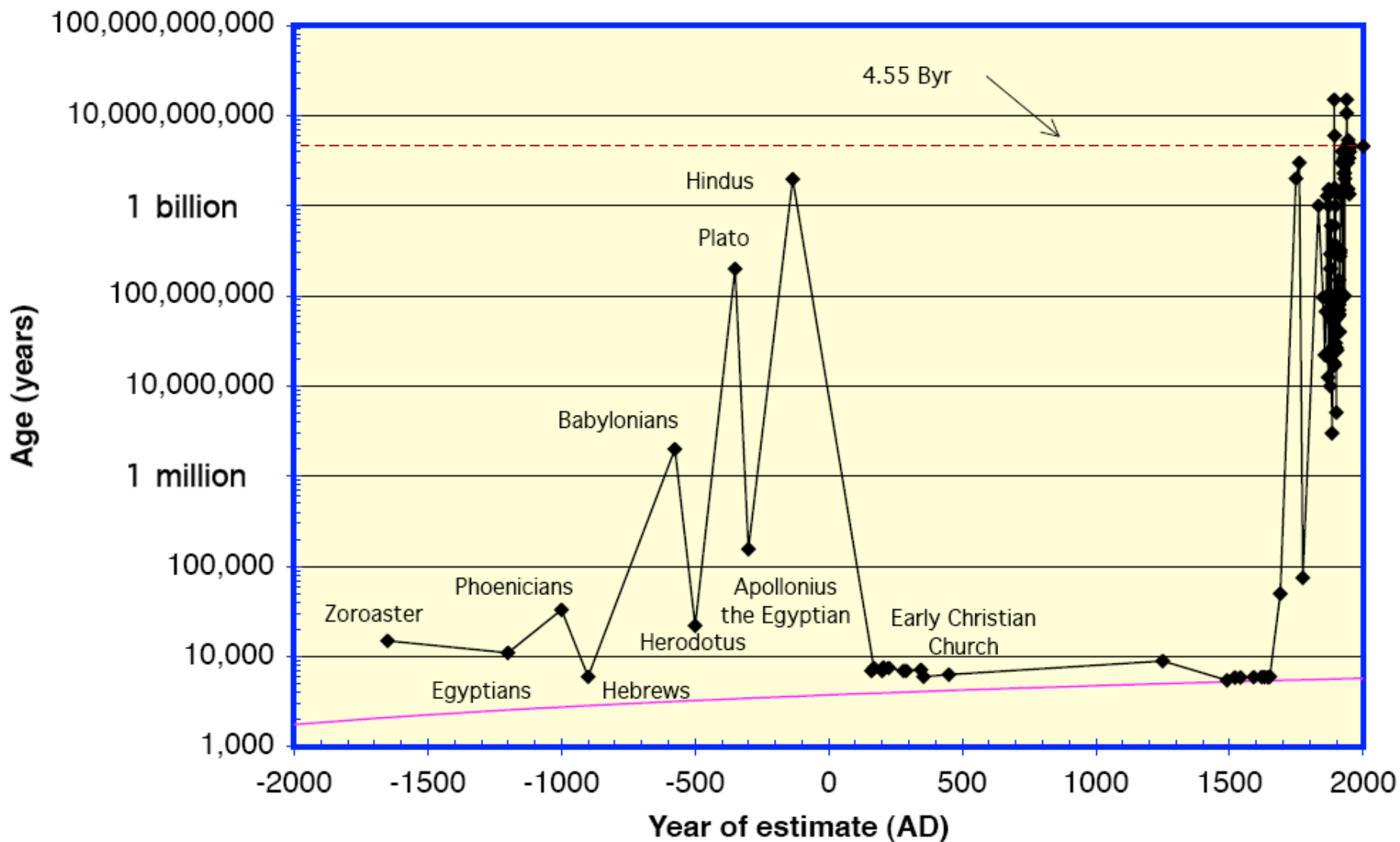
**-- Edad desconocida (Islam)**

**Sólo durante el Siglo 19, se reconoció la magnitud del tiempo requerida para los procesos geológicos**

**-- Contribución fundamental de la Geología al conocimiento científico:**

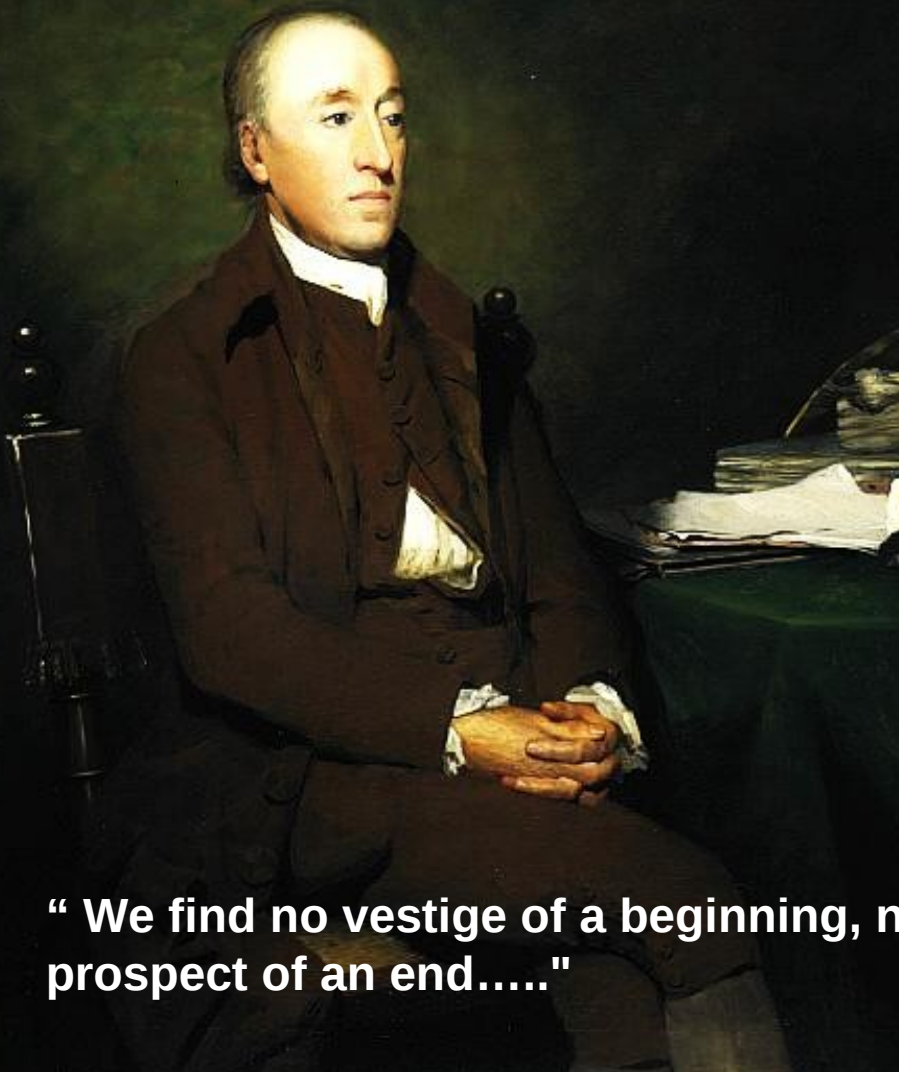
***El Concepto de Tiempo Profundo ("Deep Time")***

# Age of Earth vs Year of Estimate



**James Hutton**  
(1726-1797)

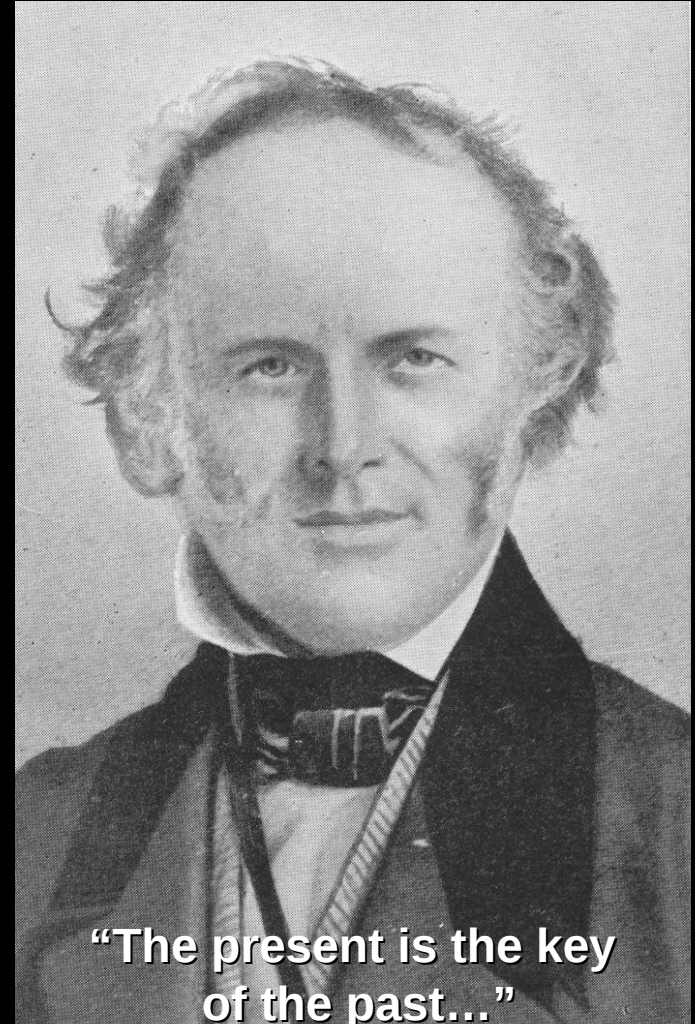
*Theory of the Earth*



**“ We find no vestige of a beginning, no prospect of an end.....”**

**Charles Lyell**  
(1797-1875)

*Principles of Geology (1830-1833)*



**“The present is the key of the past...”**

## James Hutton (1726-1797) “Padre de la Geología Moderna”

- Nativo de Edimburgo, Escosia
- Educado como médico en Leiden (1749)

**“Theory of the Earth” - los procesos son lentos, toman mucho tiempo**

## Charles Lyell (1795-1875)

- Escocés, ducado en Oxford
- Hijo de un naturalista
- Se rebeló contra la teoría corriente del “catastrofismo”.

***“Principles of Geology” - difundió las ideas de Hutton***

**Idea de “uniformitarianismo” --  
Los procesos actuales ocurrieron en el pasado**

***....The present is the key to the past....***

# Lyell: *Principles of Geology*

El título completo del libro es: **Principles of Geology, Being an Attempt to Explain the Former Changes of the Earth's Surface, by Reference to Causes Now in Operation.**

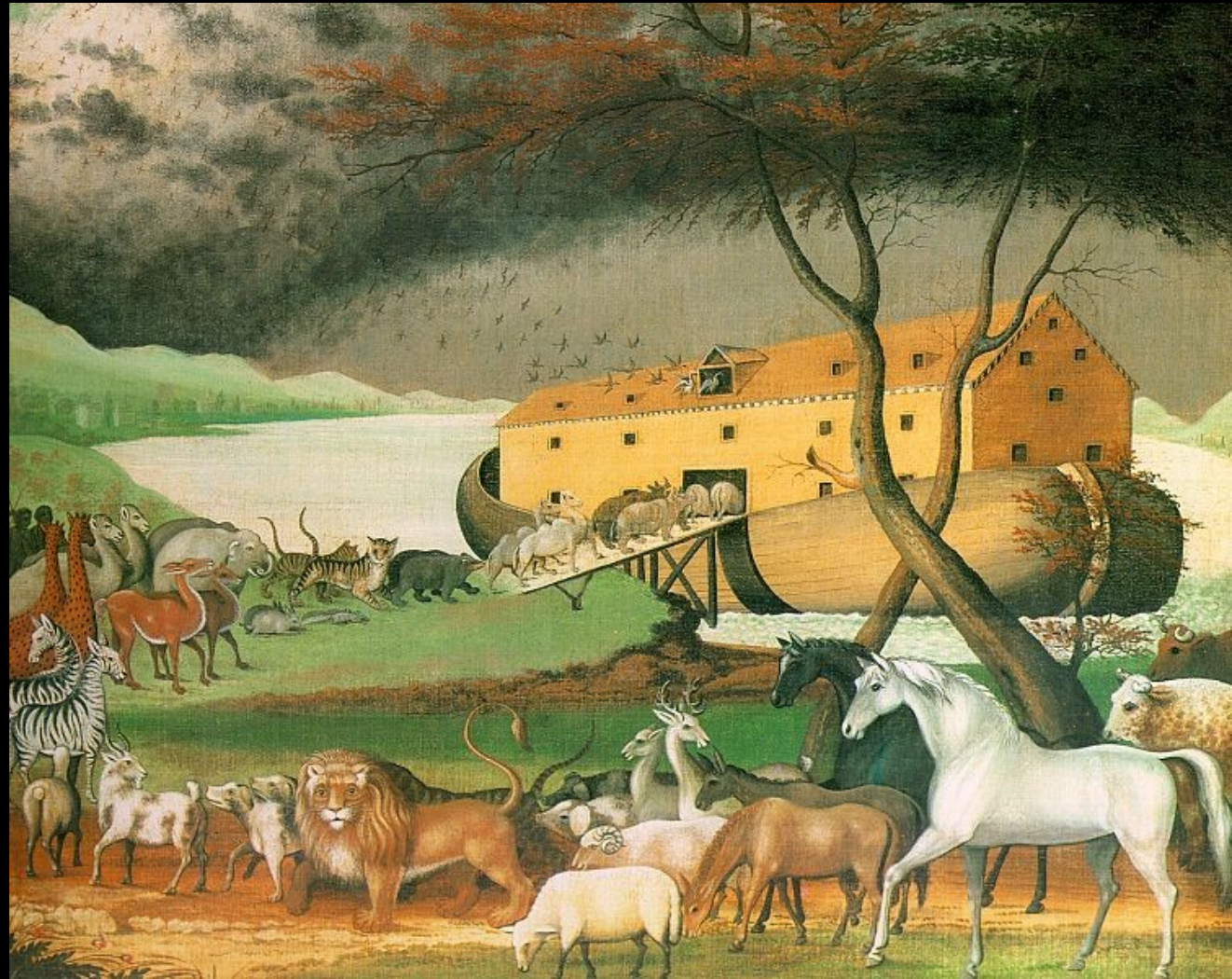
Las palabras iniciales del **Volumen 1** definen la Geología como:

*“Geology is the science which investigates the successive changes that have taken place in the organic and inorganic kingdoms of nature; it enquires into the causes of these changes, and the influence which they have exerted in modifying the surface and external structure of our planet.”*

*Principles of Geology. (Lyell) Figura mostrando las relaciones entre distintos tipos de rocas. A: “Aqueous” (sedimentarias), B: Volcánicas, C: Metamórficas, D: plutónicas*

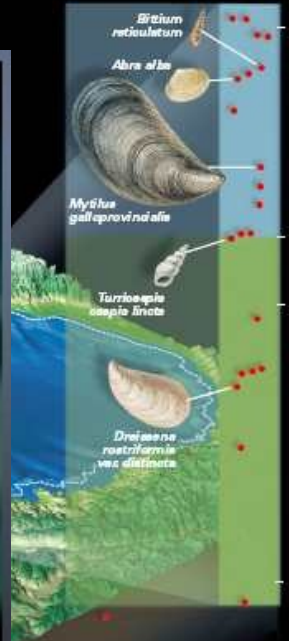
## Catastrofismo vs Uniformitarianismo

El **Uniformitarianismo (Lyell)** reemplazó las teorías que indicaban que la Tierra había sido formada por violentas catástrofes tales como el “Diluvio Universal”



*Arca de Noé (Edwards Hicks)*





# Mysteries of the Bible: Proof of Noah's Ark?



Christianne Amanpour talks to a scientist who says there is proof of the great flood.

### RELATED LINKS:

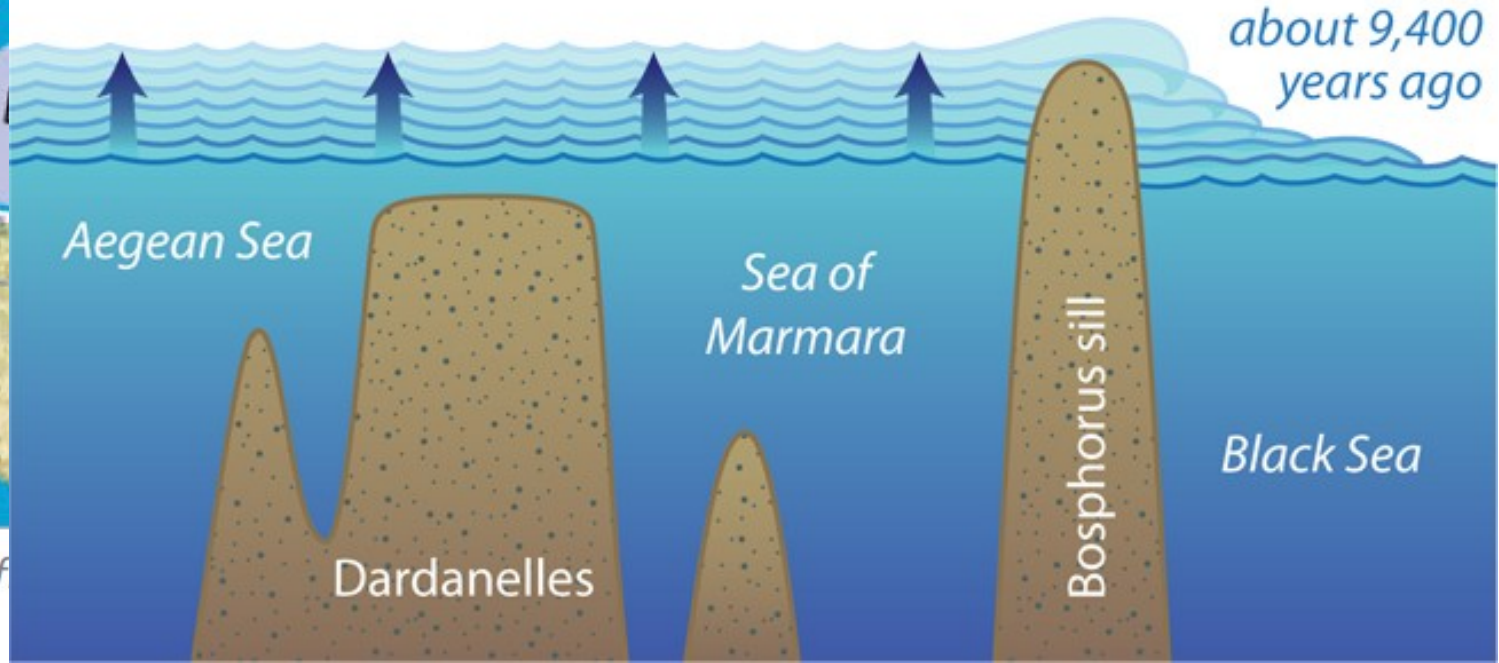
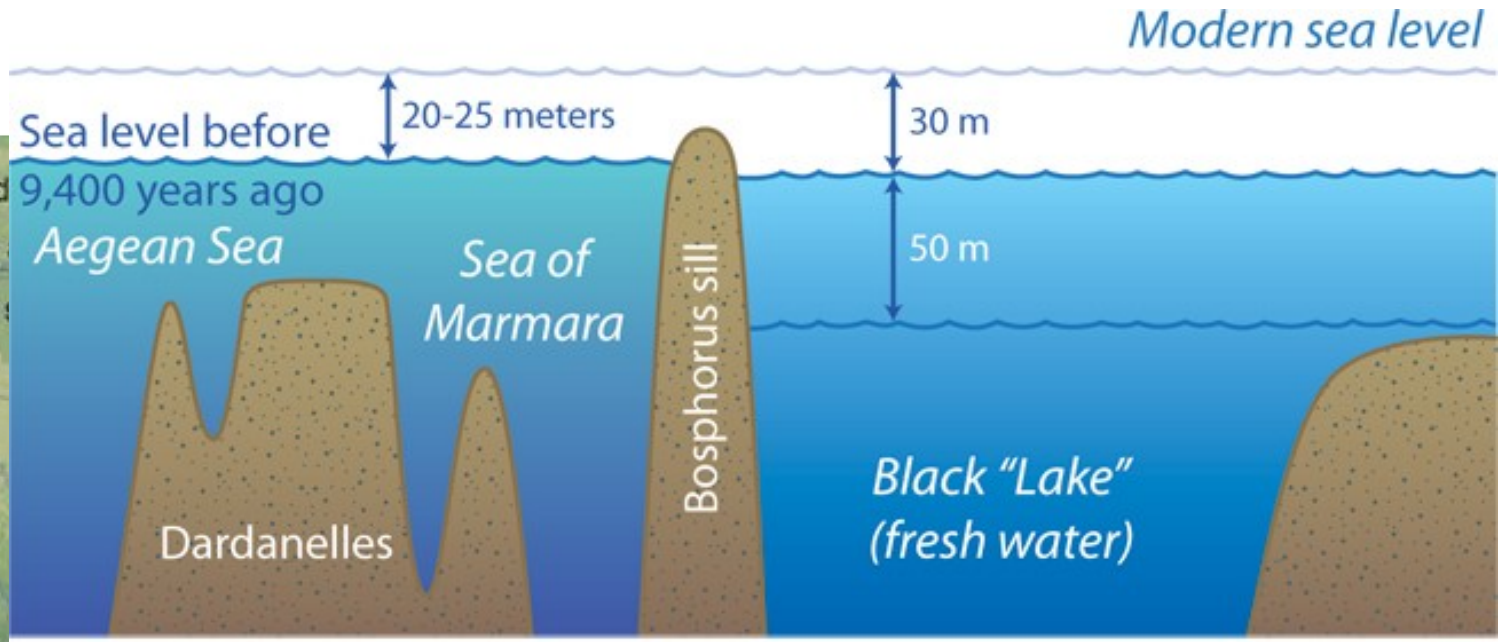
- WATCH: [Christianne Amanpour Goes 'Back to the Beginning'](#)
- WATCH: [The Real Noah's Ark Discovered?](#)




CLIFF SAMPLE IMAGE BY GABRIELE TRAJAN, LABORATORY OF EARTH OBSERVATION OF COLUMBIA UNIVERSITY; GILLES LERICOLAIS, IFREMER, FRANCE; IRKA HAJDAS, ETH, SWITZERLAND; SHELL ART BY NENAD JAKSEVIC; FLOOD ART BY RICHARD SCHLECHT; 3-D COMPUTER MODEL BY PETER W. SLOSS, NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER, NOAA NATIONAL GEOGRAPHIC MAPS



Pre- and post-f



A portrait of William Thomson, Lord Kelvin, an elderly man with a long white beard, wearing a dark blue academic robe with a red collar. He is seated and looking slightly to the right.

## William Thompson (Lord Kelvin) 1824-1907

-Probablemente el físico más influyente de su tiempo

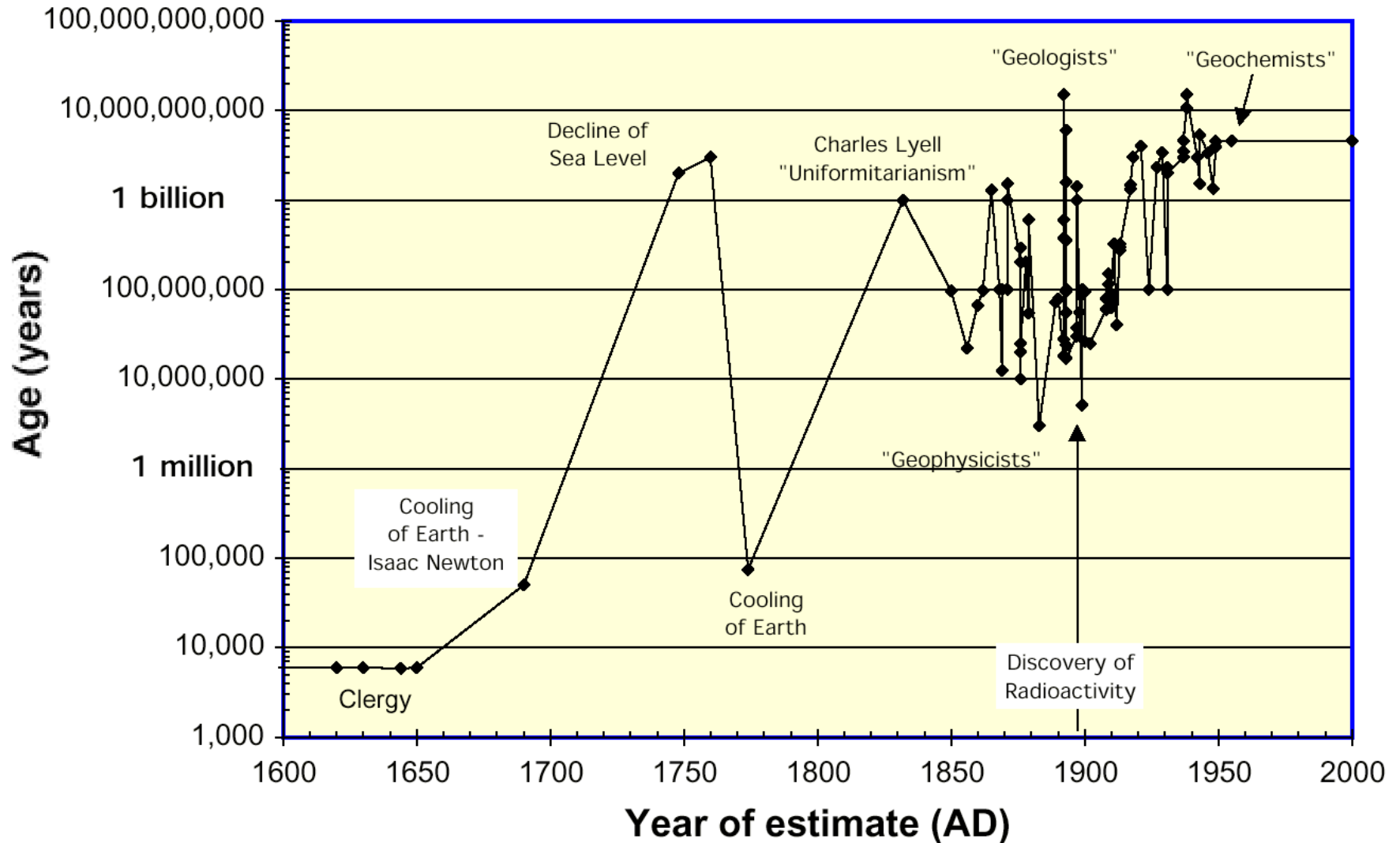
-Considerando que la Tierra se habría originado como una esfera de roca fundida a una temperatura de 200°C calculó que su edad no podía ser más antigua que 20 millones de años

-Esto motivó una dura polémica entre físicos y geólogos (que consideraban que este era un tiempo

Darwin se refirió a las ideas de Kelvin como:  
**“mi problema más amargo”**

**problema se solucionó sólo al descubrirse la radioactividad** :o para permitir la evolución. La Polèmica se mantuvo por

# Age of Earth vs Year of Estimate

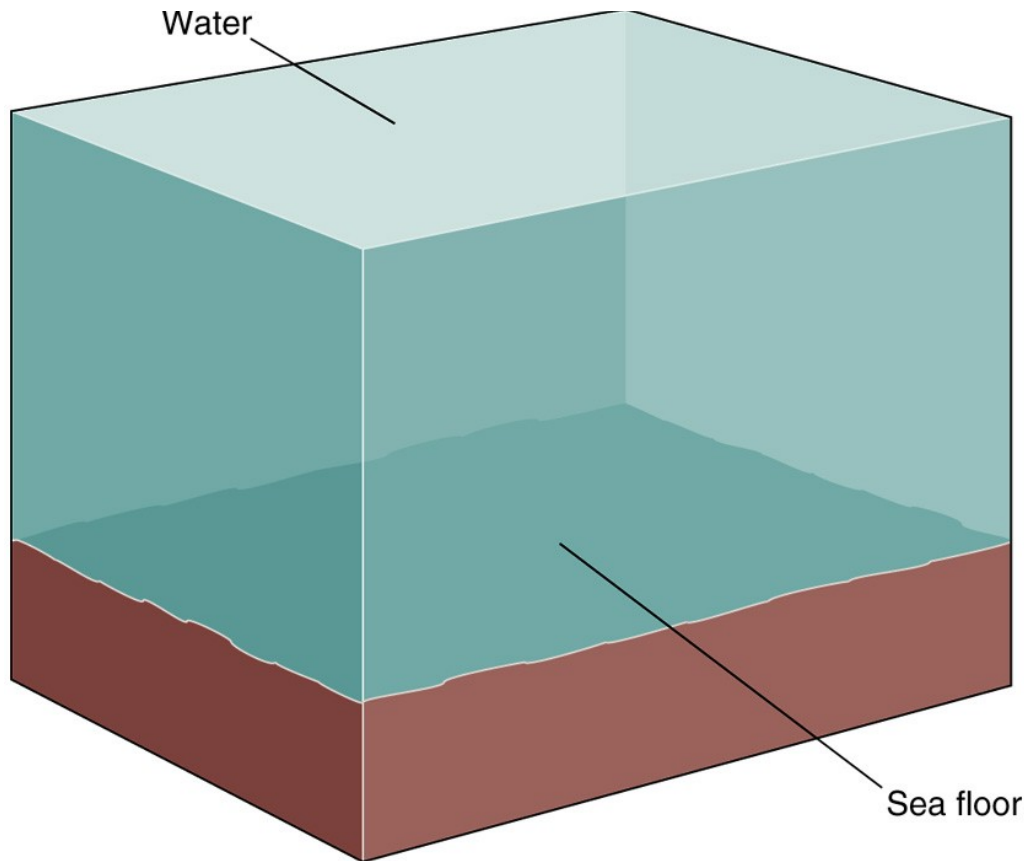


# Dos Maneras de Datar Eventos Geológicos

- 1) **Edad relativa** (fósiles, estructura, relaciones de corte): la edad de una roca se obtiene por comparación con la posición espacial de otras (*mas viejo que.. más joven que...*)
- 2) **Edad absoluta** (isótopos, dendrocronología, etc.): años transcurridos desde la formación de una roca o mineral

# Original Horizontality

**All beds originally deposited in water formed in horizontal layers**



***sediments will settle  
to bottom  
and blanket  
the sea floor***

## Tiempo Relativo

Viejo

Joven



Nicolaus Steno (1638 – 1686)

**Las leyes de Steno** expuestas en su libro *Dissertationis prodromus* (1669), constituyen las bases de la Estratigrafía:

**Ley de Superposición:** “... al momento de que cualquier estrato se estaba formando toda la materia que se encontraba sobre él era fluída y, por lo tanto cuando ese estrato inferior estaba en formación, ninguno de los estratos superiores existía”

**Principio de la Horizontalidad Primaria:** “ Los estratos que se encuentran ya sea perpendiculares al horizonte o inclinados con respecto al horizonte estuvieron, en algún momento, paralelos al horizonte”

**Principio de Continuidad Lateral:** “ El material formando cualquier sustrato es continuo sobre la superficie de la Tierra, salvo si otros cuerpos sólidos aparecen sobre su camino.”

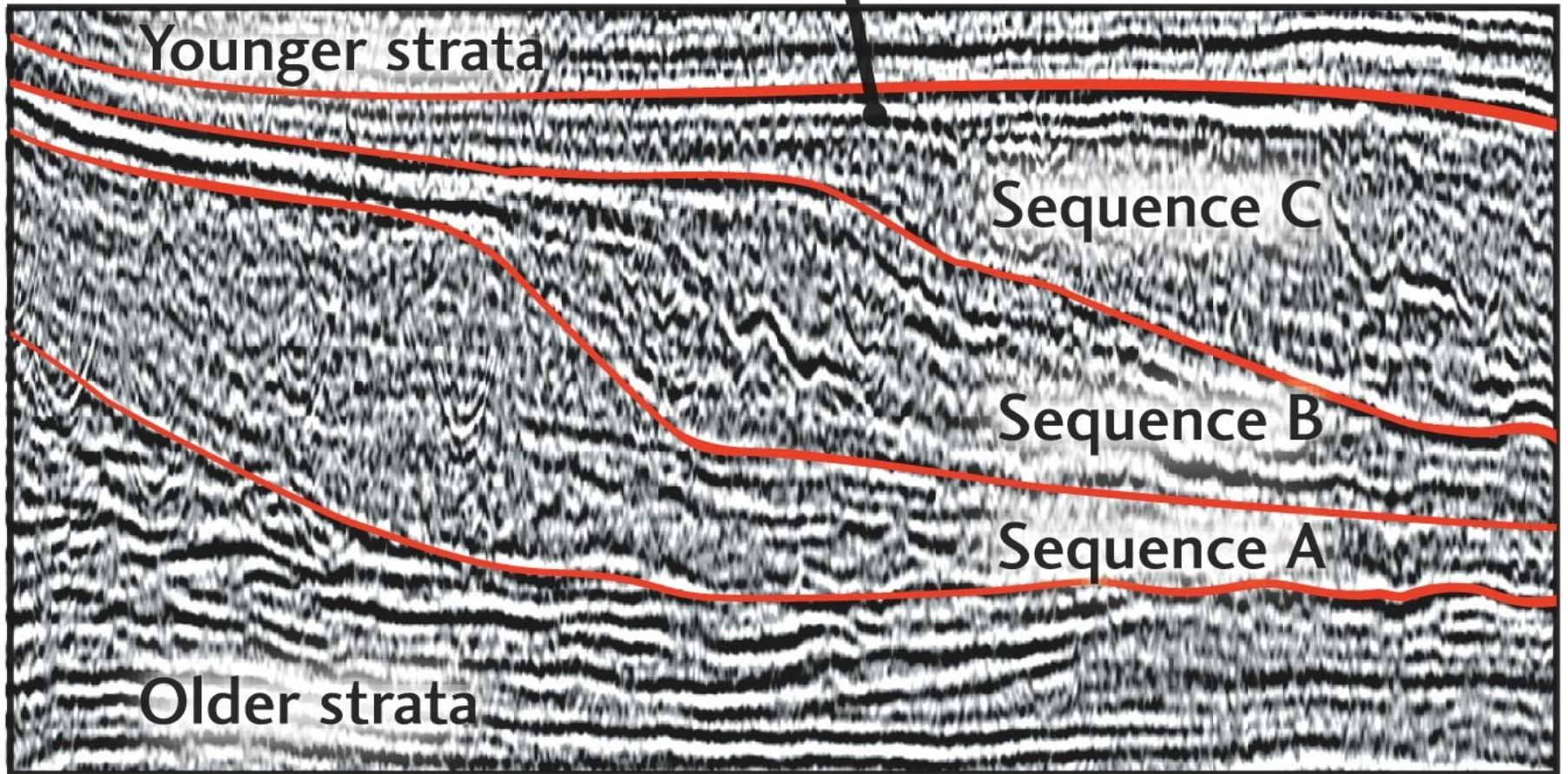
**Principio de las Discontinuidades Sobreimpuestas:** “ Si un cuerpo o discontinuidad contra a través de un sustrato, debe haberse formado después de ese.”



Horizontalidad primaria?

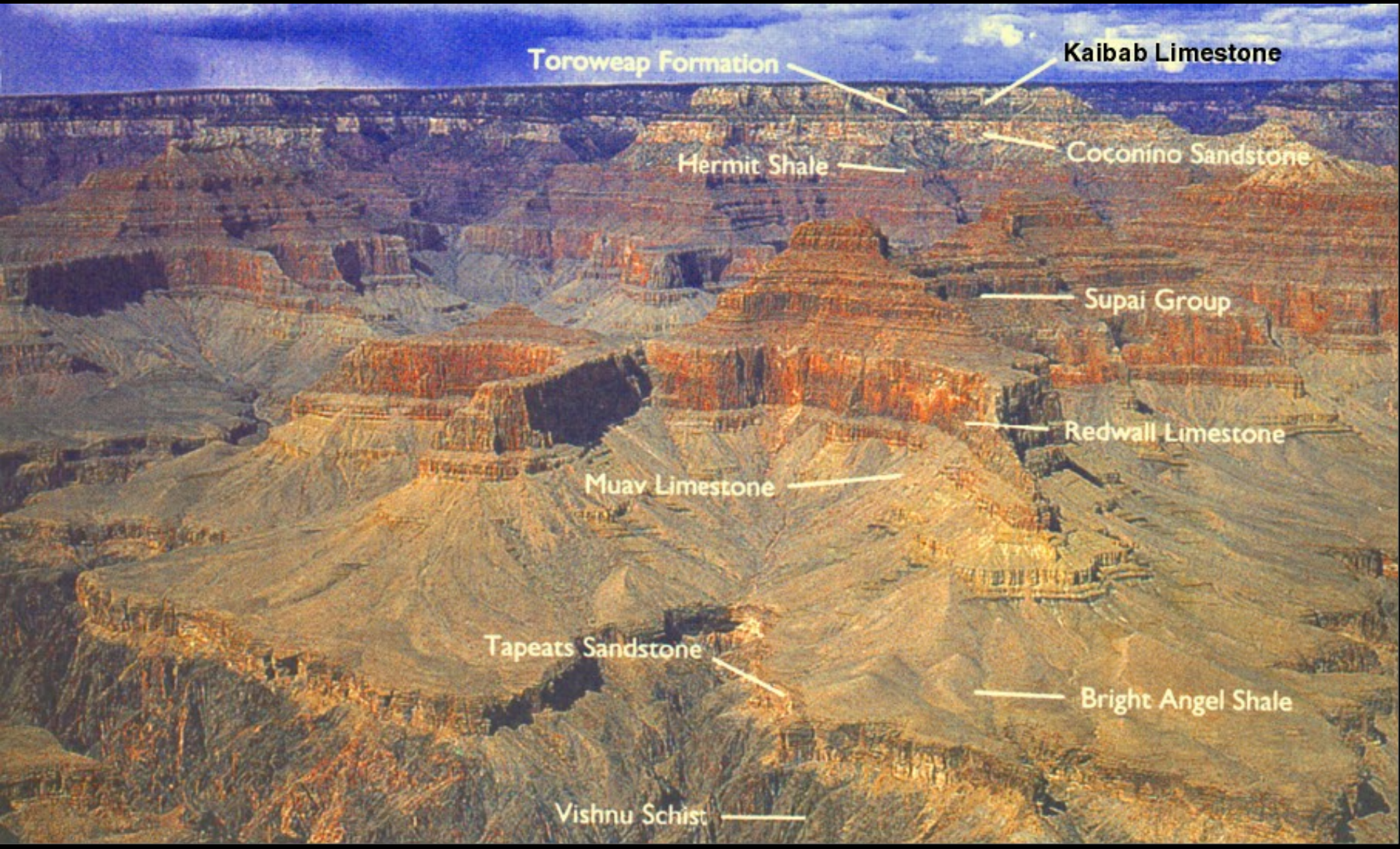


# Seismic profile



# Ley de superposición

- En secuencias no deformadas, las capas inferiores son más antiguas que las capas superiores



# Unidades de Rocas Estratificadas

- **Unidades Litoestratigráficas**

- De mayor a menor “jerarquía”: Grupo, Formación, Miembro
  - > La unidad fundamental es la FORMACIÓN

- **Formación**

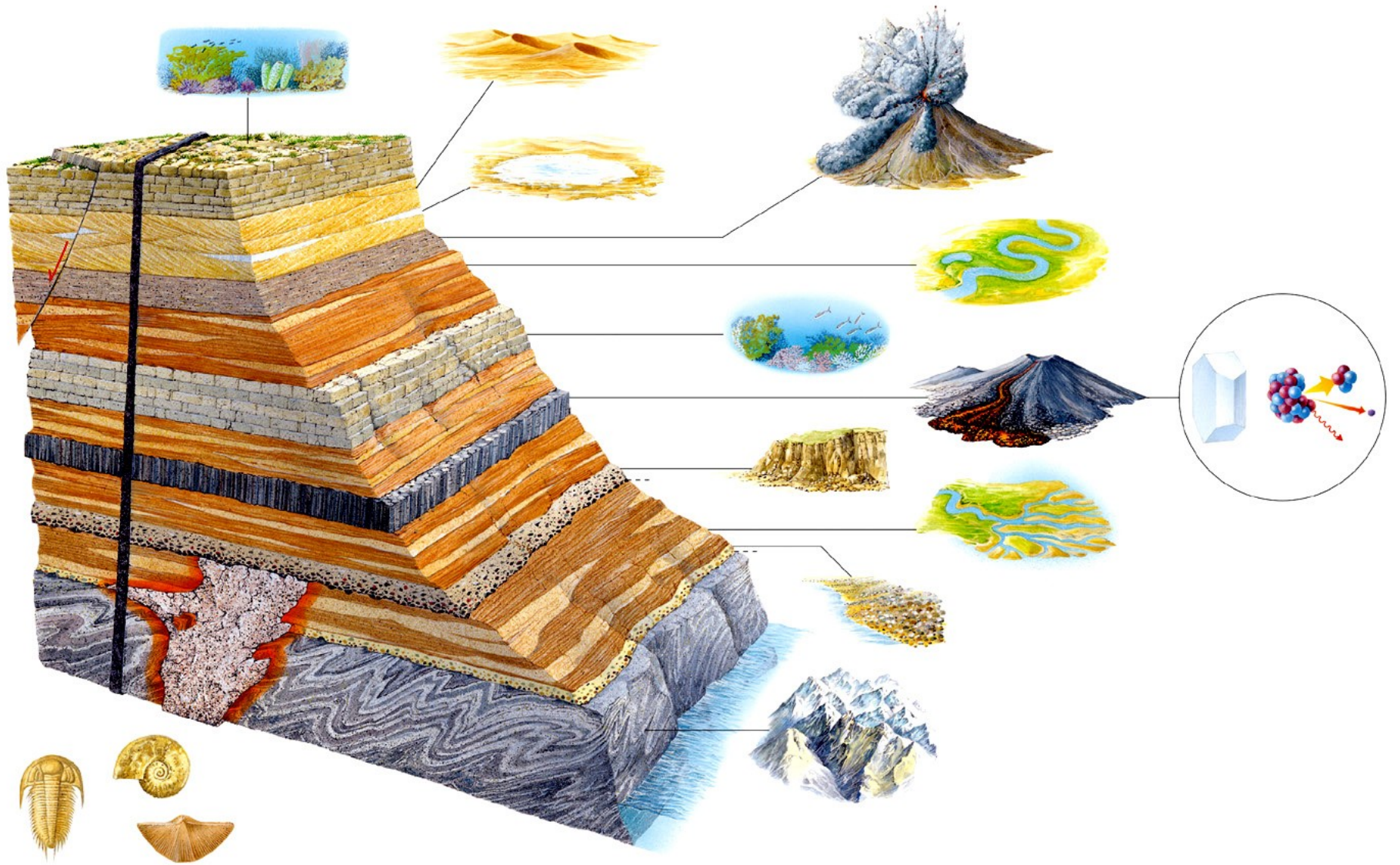
- Unidad litoestratigráfica mapeable
  - > Tiene una Sección tipo y Localidad Tipo
  - > Si posee una litología específica esta puede formar parte del nombre junto a un término geográfico (p. ej. “Arenisca Springhill”)
  - > Si incluye varios tipos litológicos, sólo se indica el atributo geográfico (p. ej. “Formación Abanico”)

- **Grupo**

- Conjunto de formaciones genética o temporalmente relacionadas

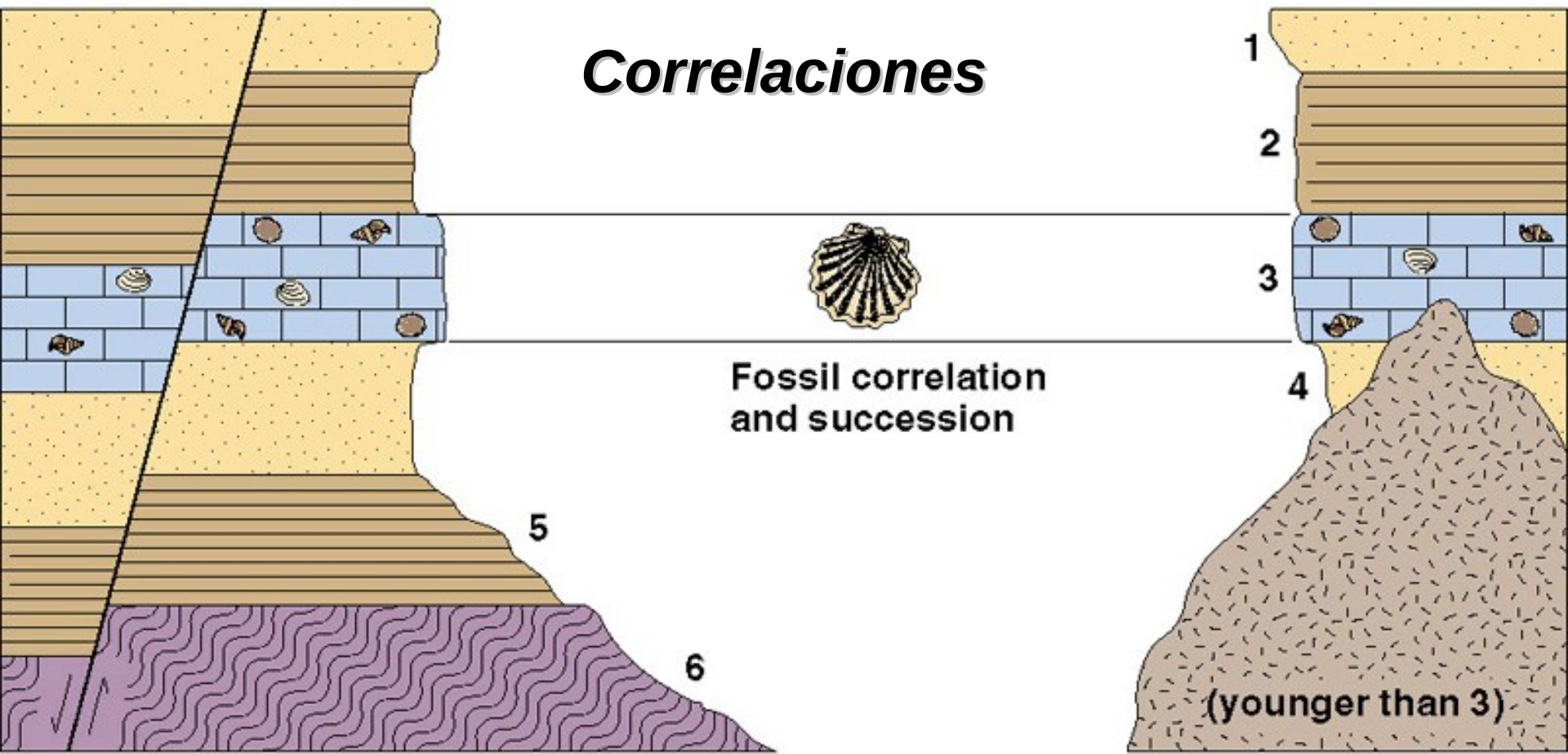
- **Miembros**

- Subdivisiones de segundo orden dentro de una formación



100 km


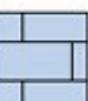


# Correlaciones



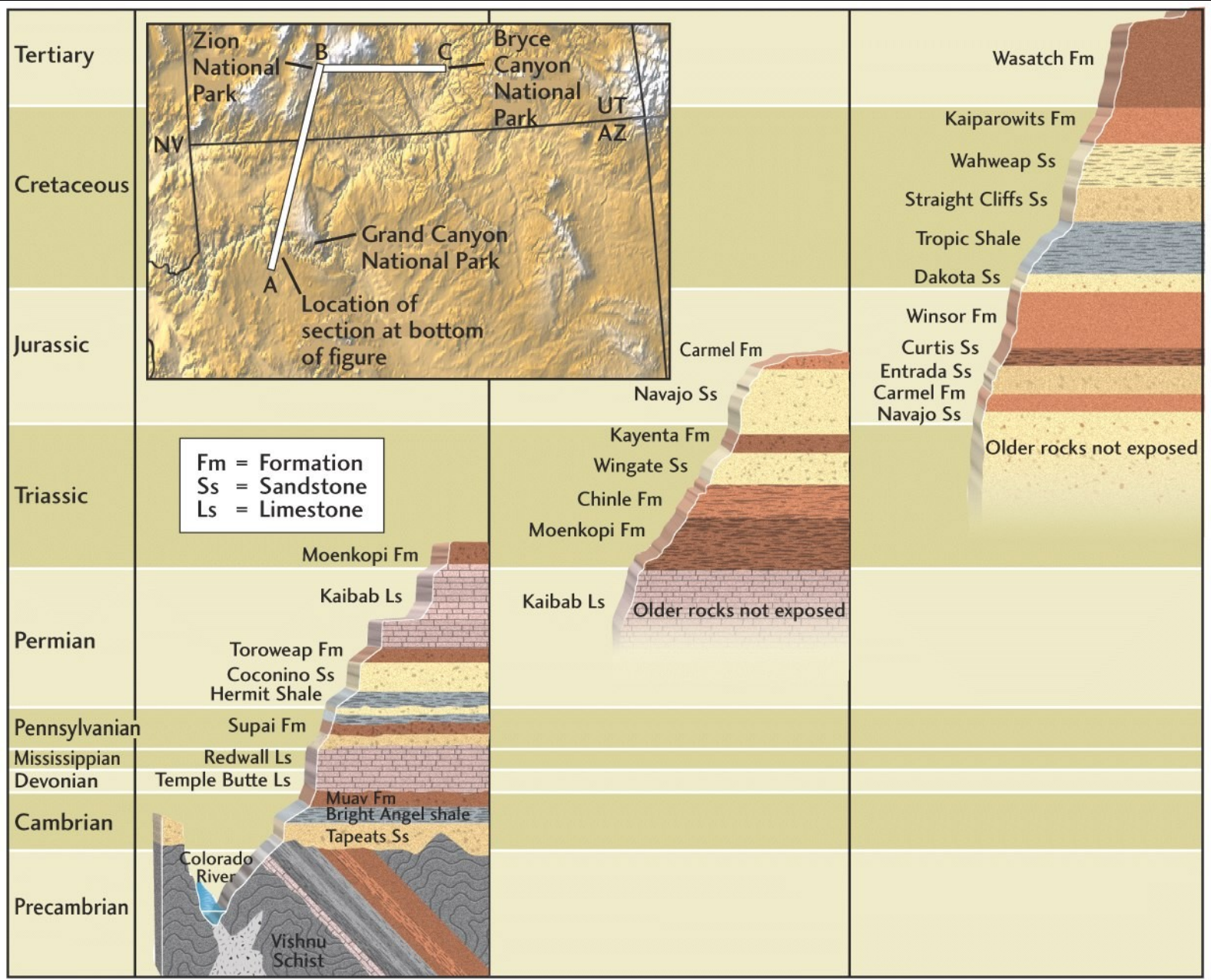
Fossil correlation and succession

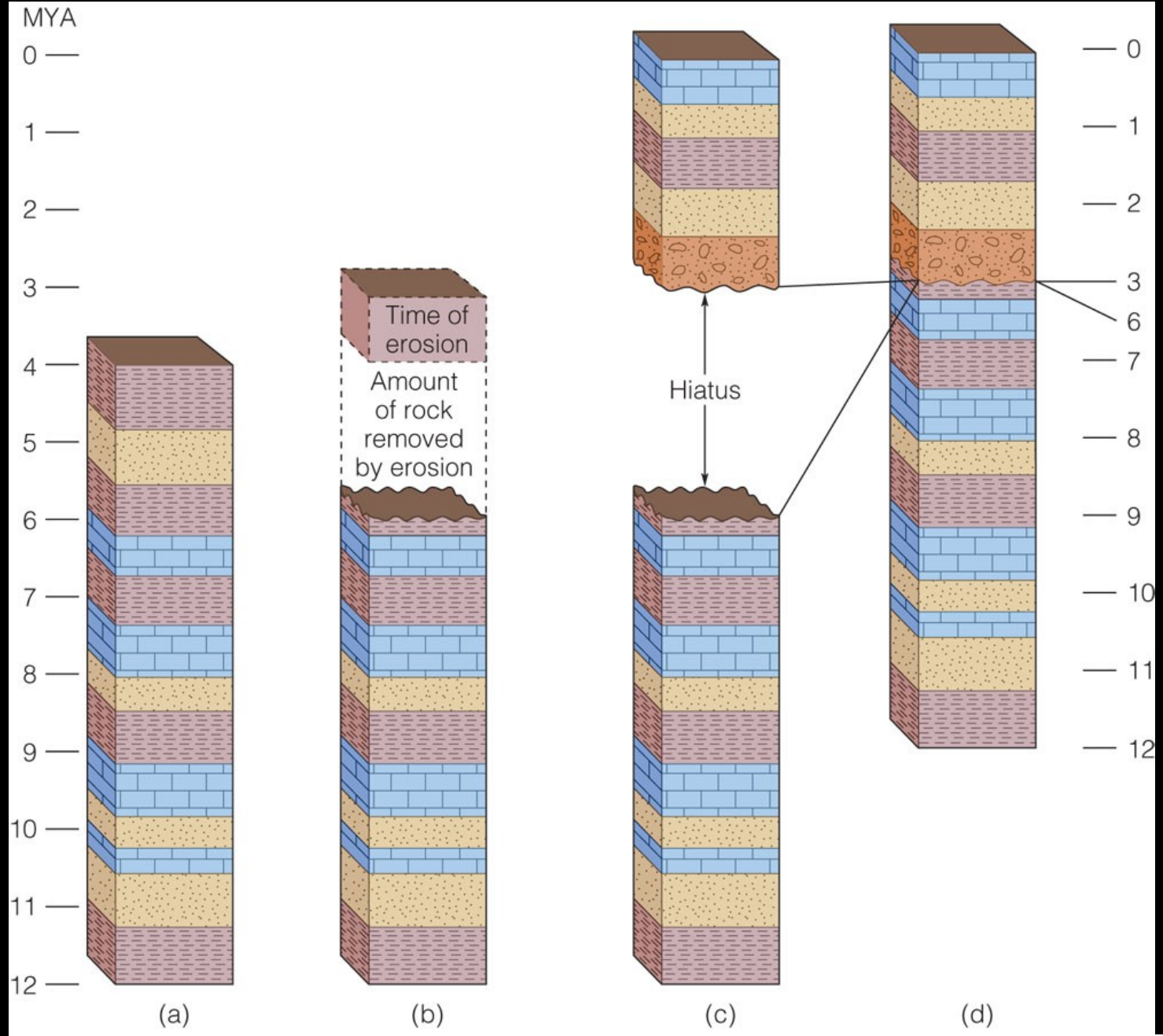
Fault (younger than 1)

(younger than 3)

-  Sandstone
-  Shale
-  Limestone/dolomite
-  Schist
-  Plutonic rocks

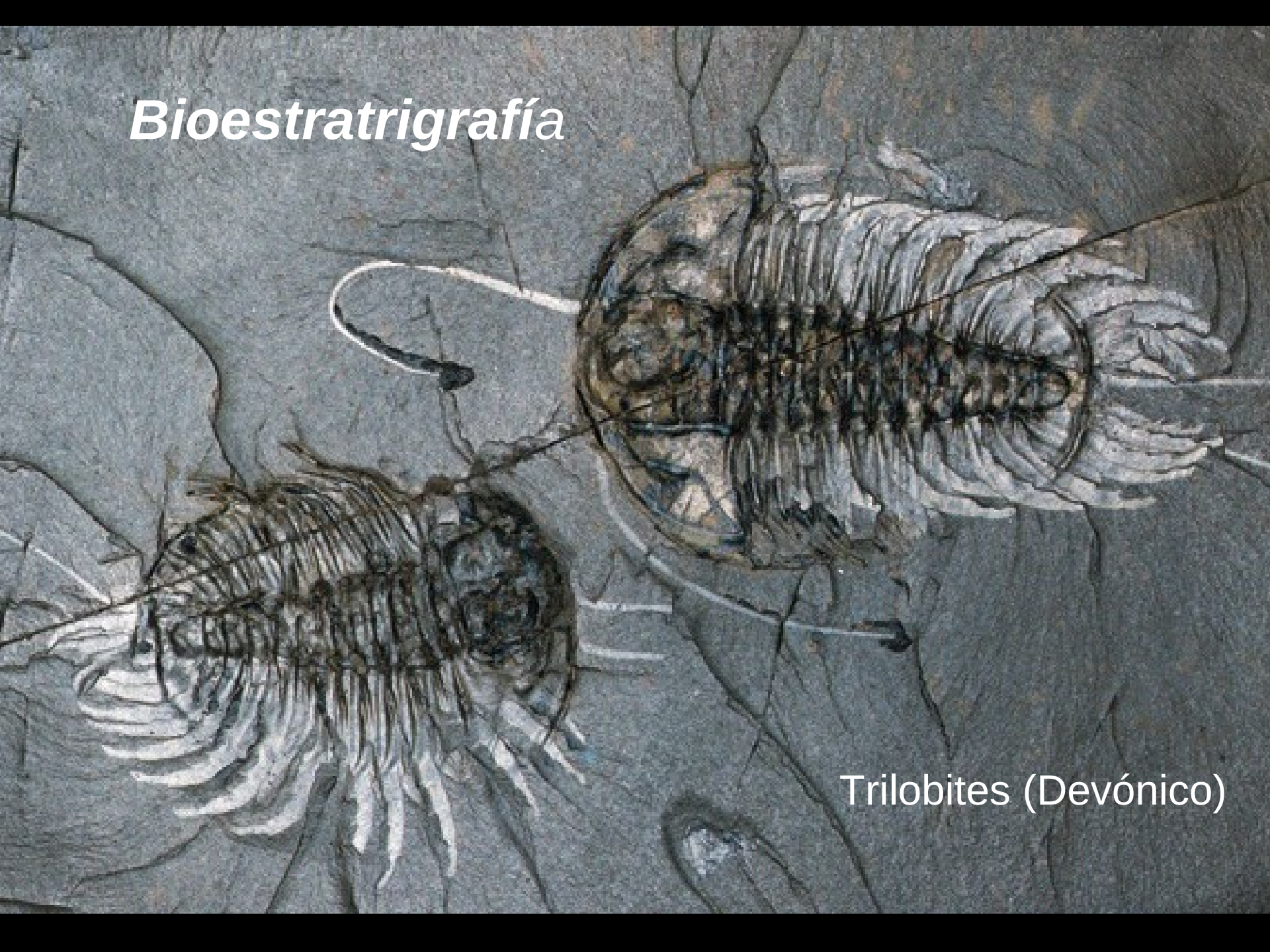
- Una similar posición estratigráfica entre unidades que no se encuentran en continuidad geográfica indica que estas son "correlacionables"



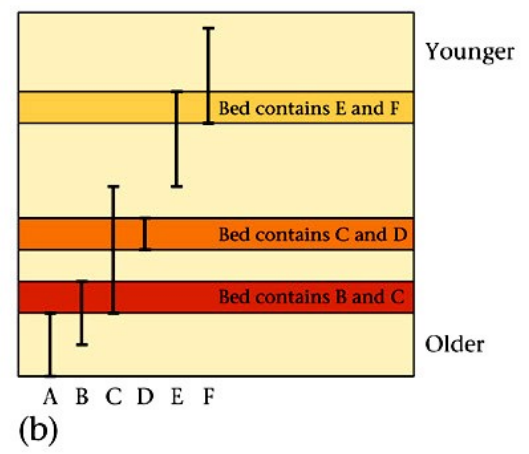
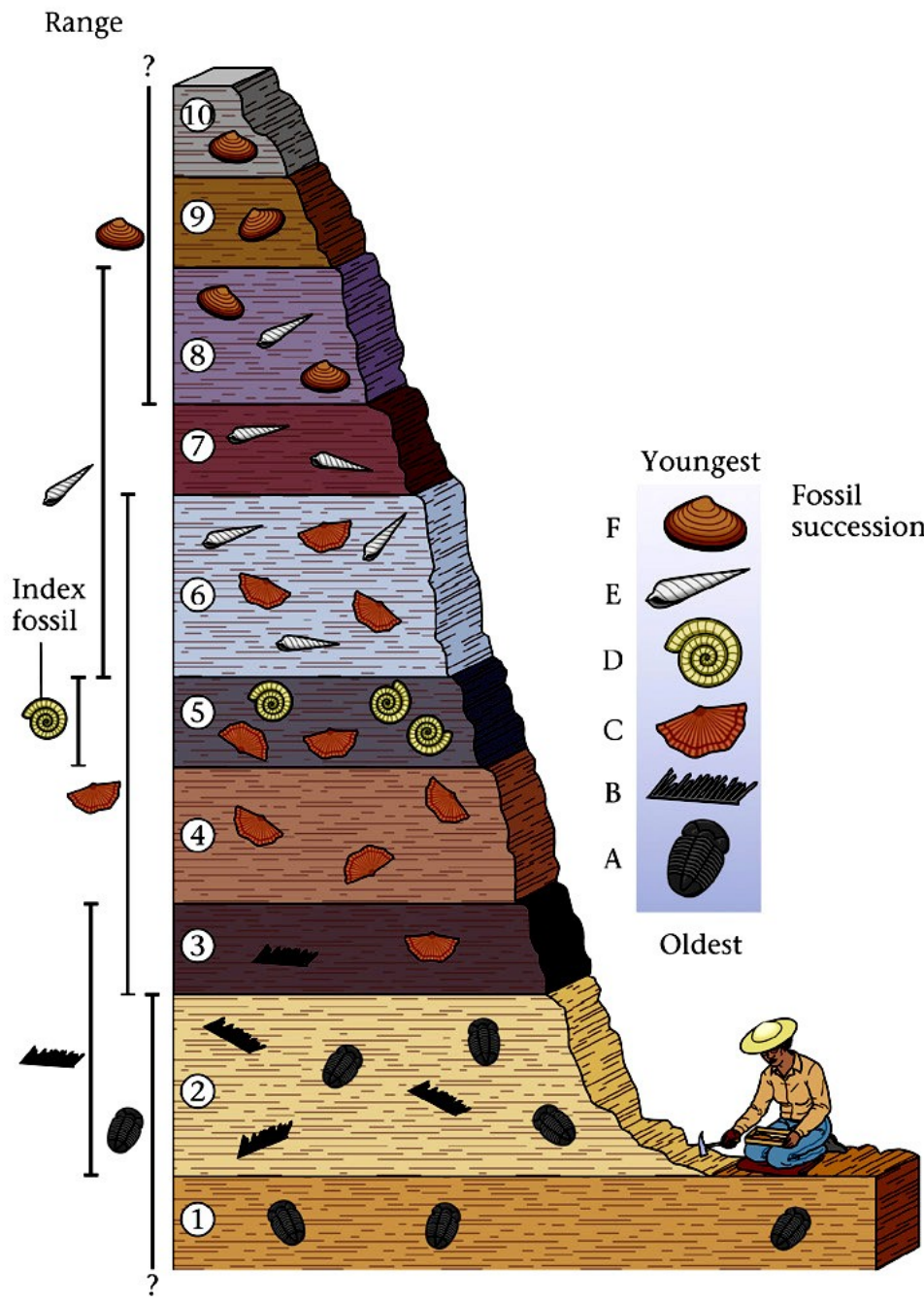


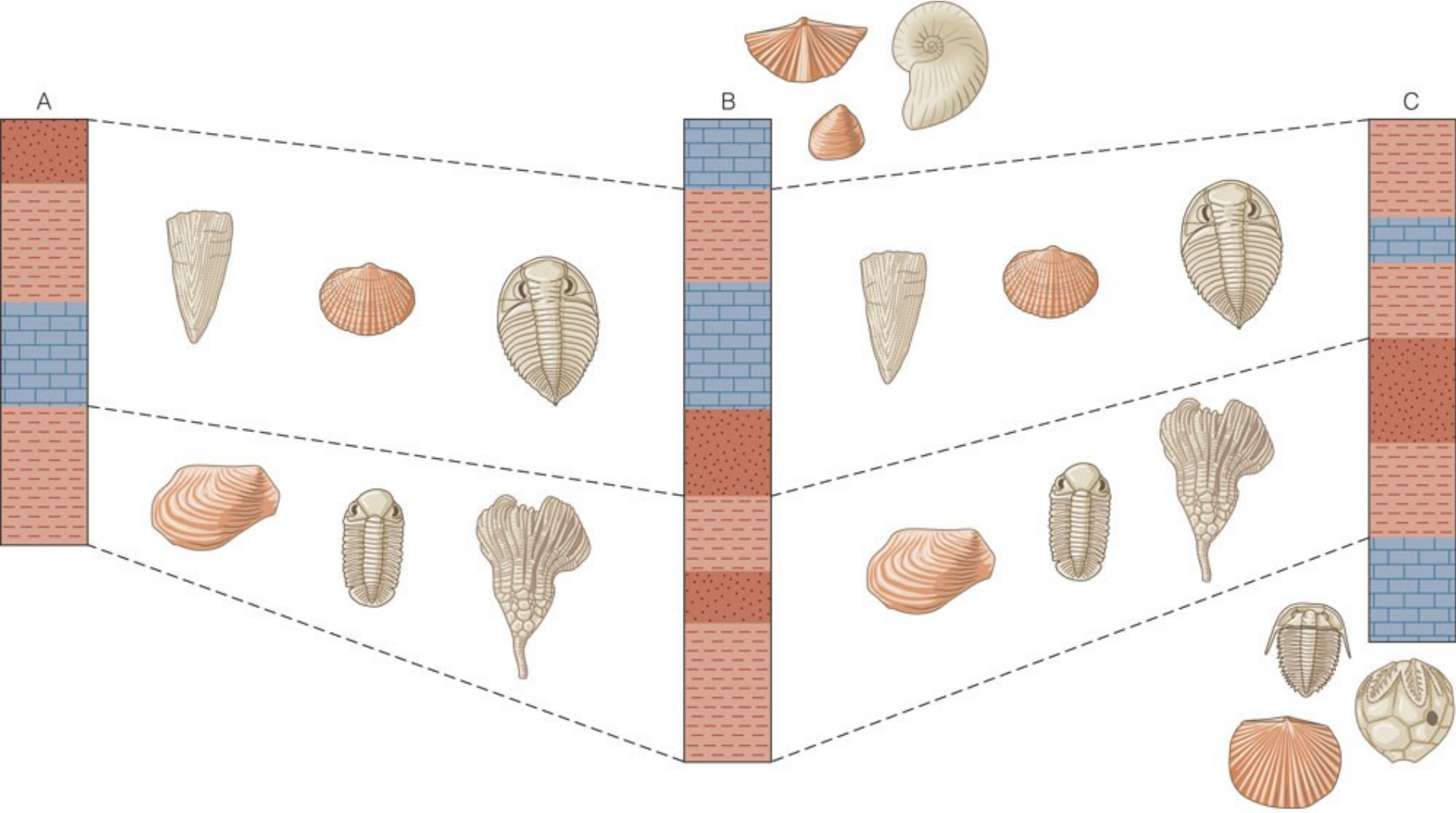


# Bioestratigrafía



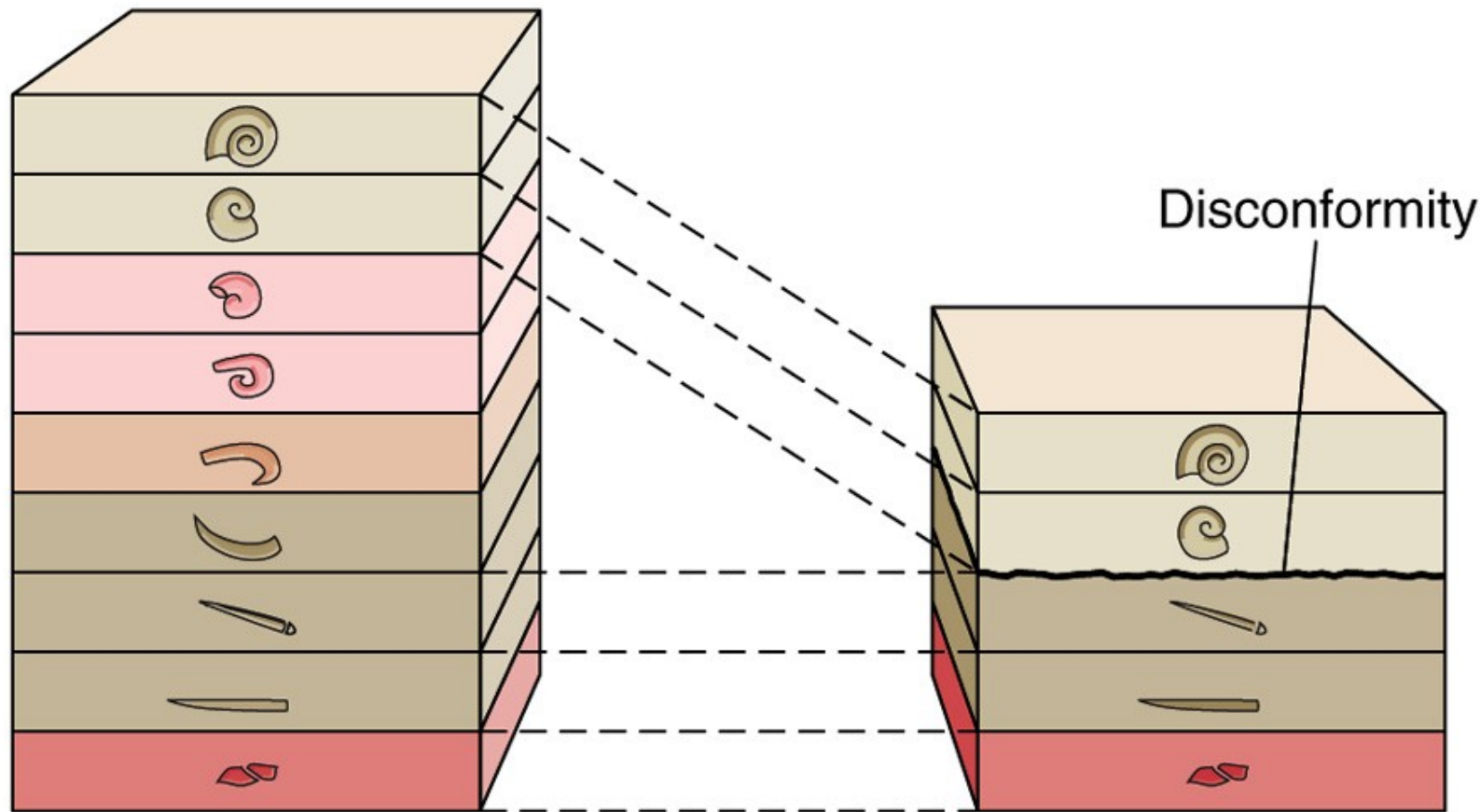
Trilobites (Devónico)





Sequence of sedimentary rock with complete record of deposition

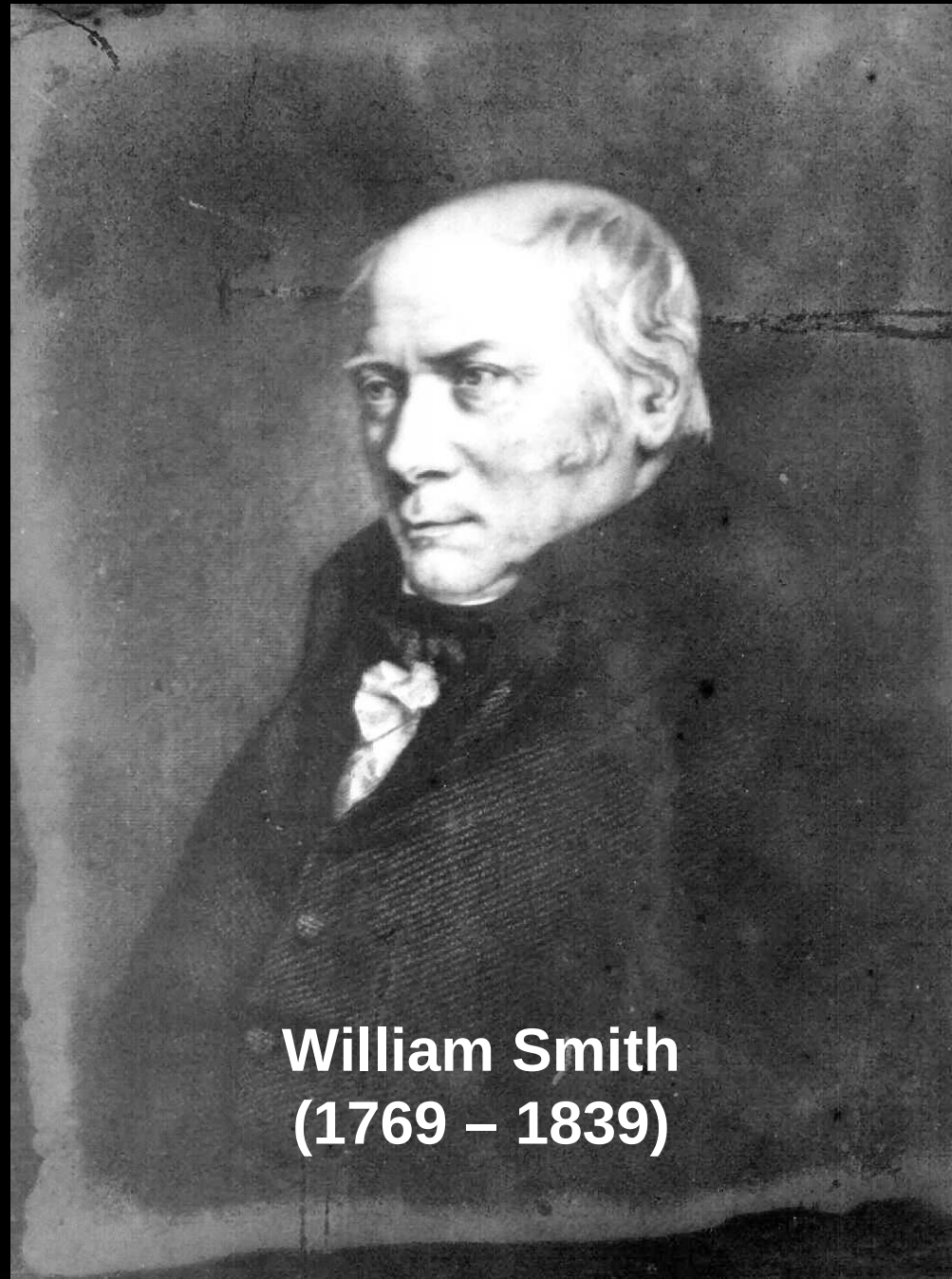
Sequence shows a break in the record as indicated by correlatable fossils



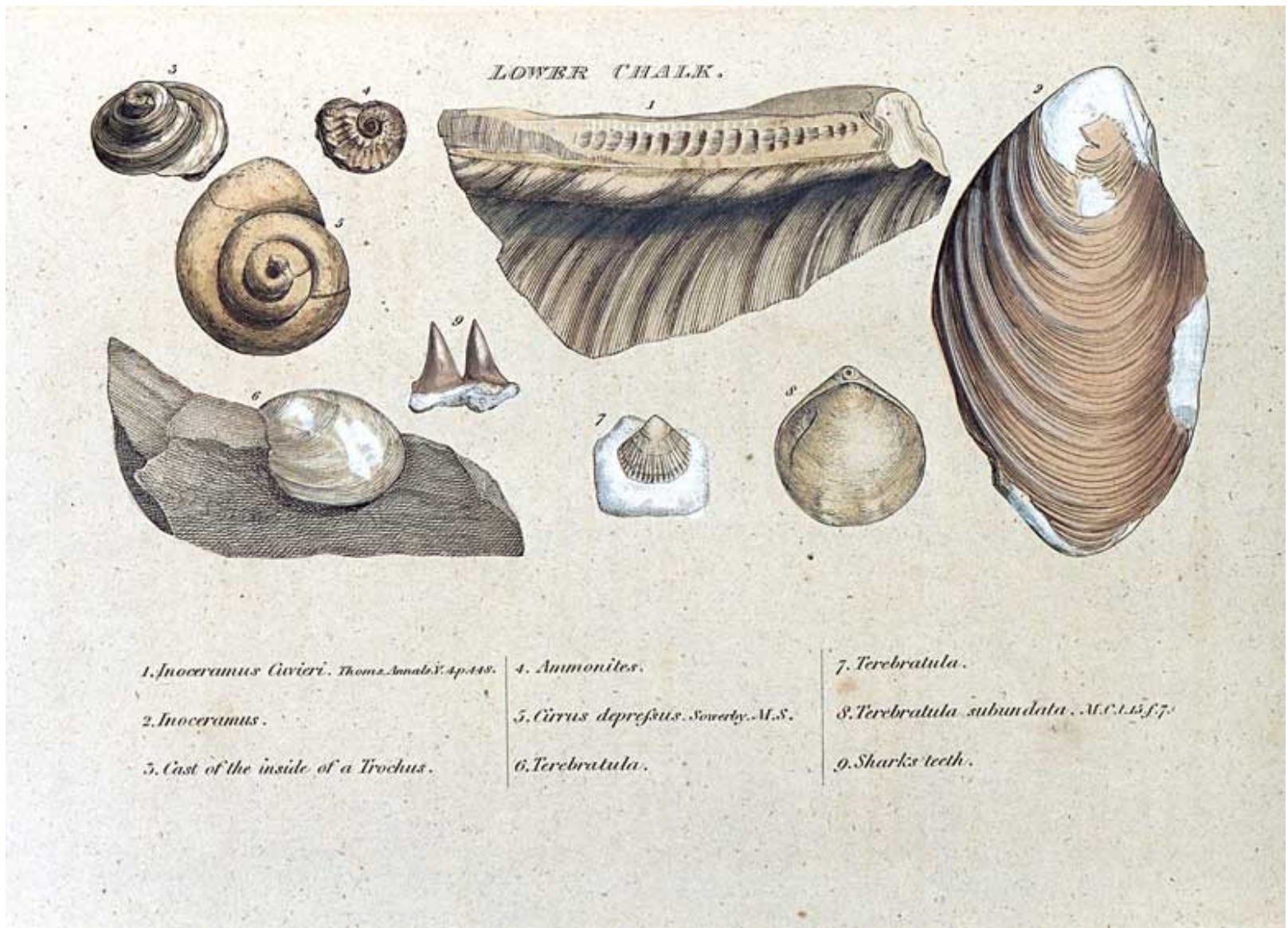
Dashed lines indicate correlation of rock units between the two areas

At Dunkertown, on January 5,  
1796, he wrote

*“Fossils have long been studied as great curiosities, collected with great pains, treasured with great care and at a great expense, and showed and admired with as much pleasure as a child’s rattle or a hobby-horse is shown and admired by himself and his playfellows, because it is pretty; and this has been done by thousands who have never paid the least regard to that wonderful order and regularity with which Nature has disposed of these singular productions, and assigned to each class its particular stratum.”*



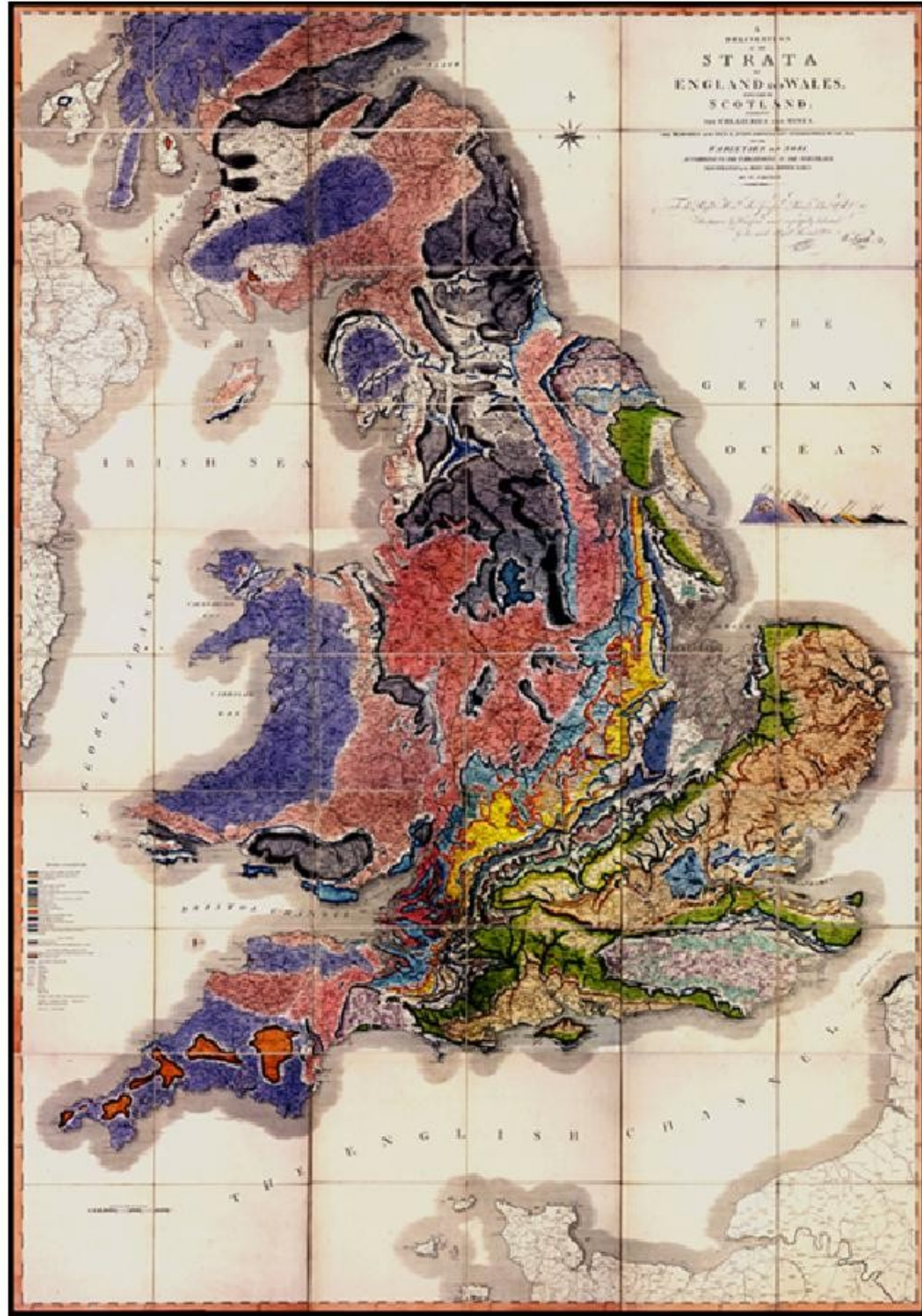
**William Smith  
(1769 – 1839)**



**Illustration of Lower Chalk fossils from Smith's very rare book, *Strata Identified by Organized Fossils*.**

Entre 1799 y 1815 Willian Smith trabajó en construir el primer Mapa Geológico de Inglaterra

Este es el primer Mapa Geológico de la historia (mide casi 3x 2 m..!). Usó un espectacular **código de colores para representar la edad relativa y el tipo de rocas** expuestas en la suerficie



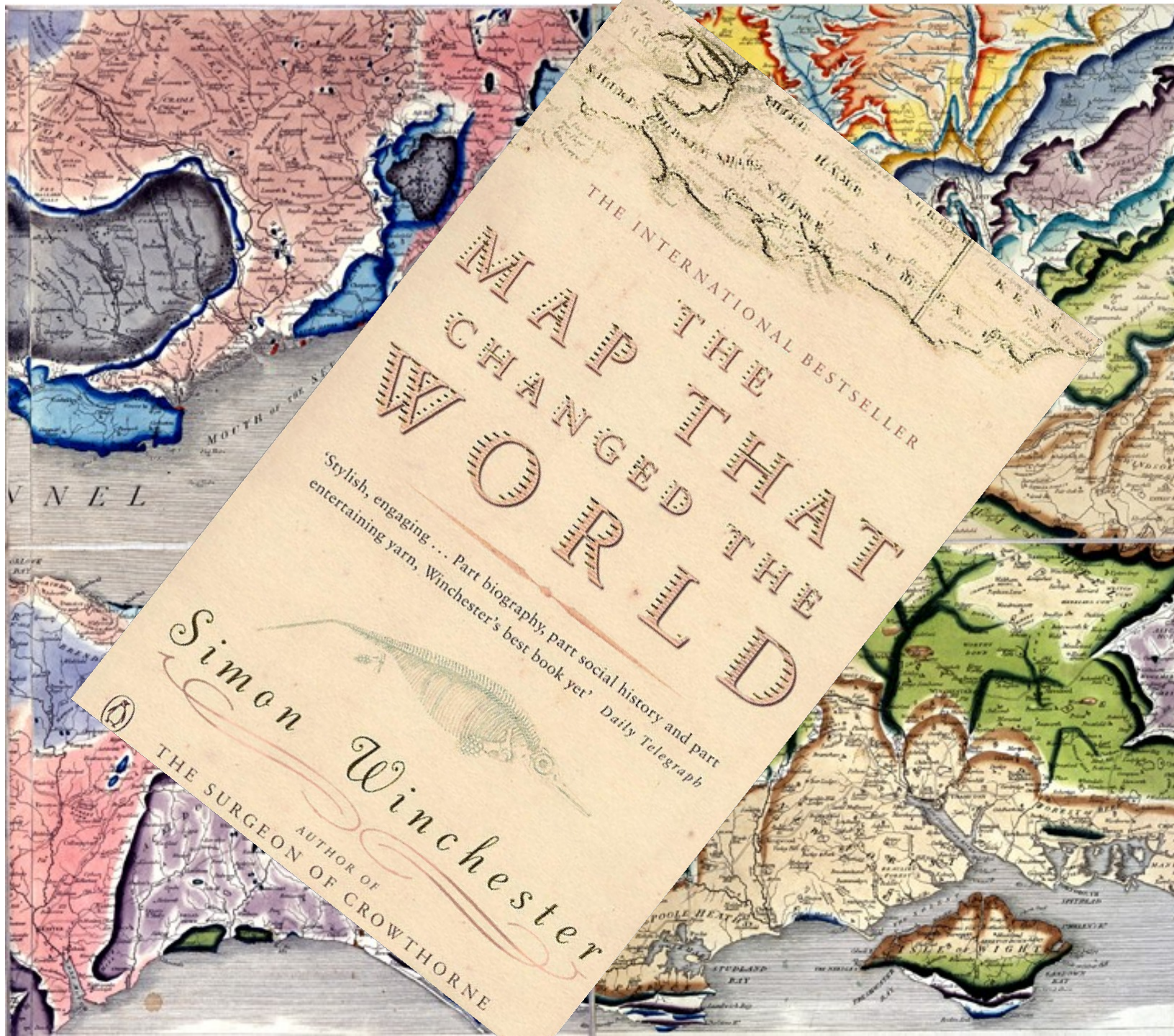
THE INTERNATIONAL BESTSELLER

# MAP THE CHANGED THAT WORL THE D

'Stylish, engaging ... Part biography, part social history and part entertaining yarn, Winchester's best book yet' *Daily Telegraph*

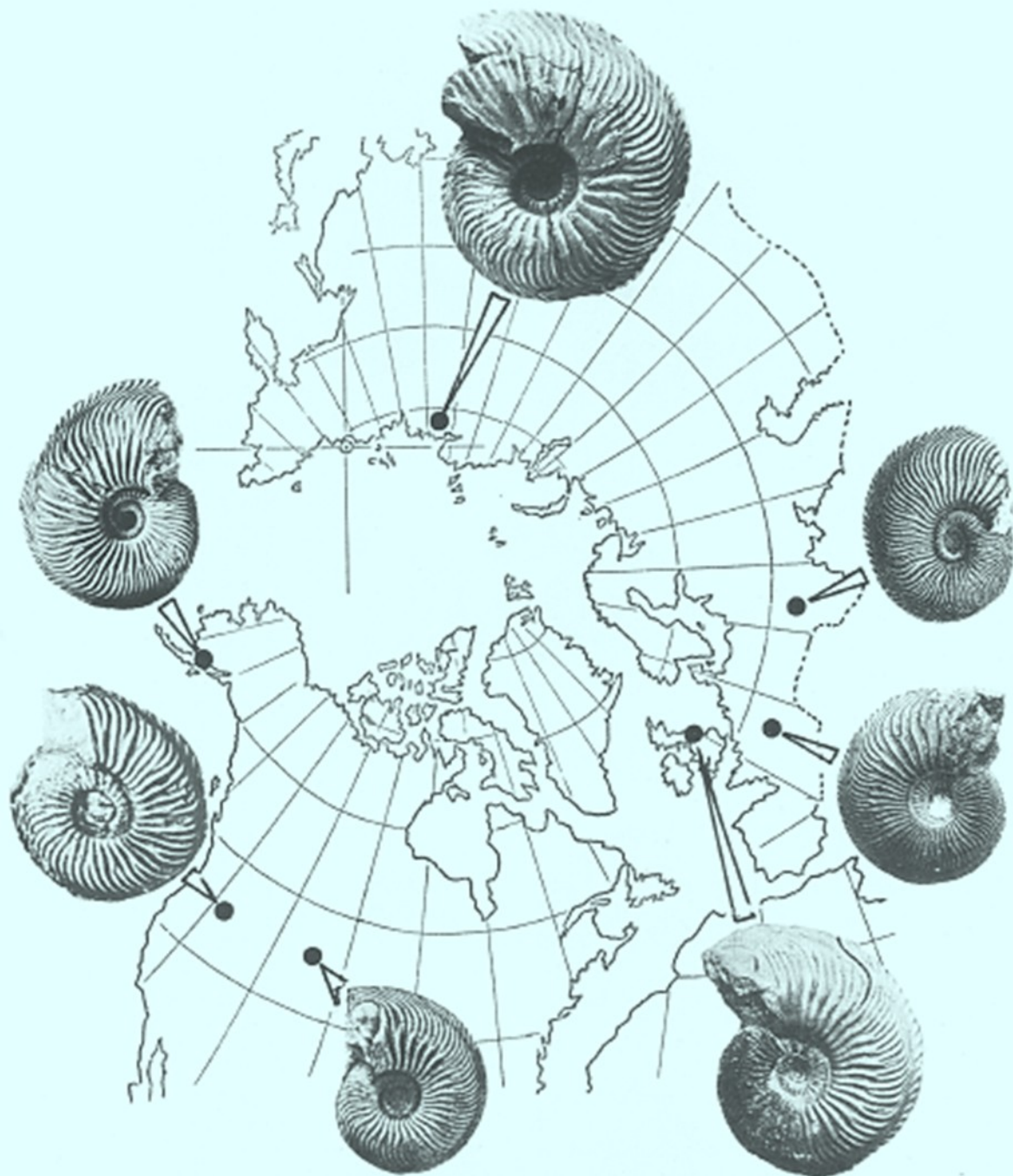
Simon Winchester

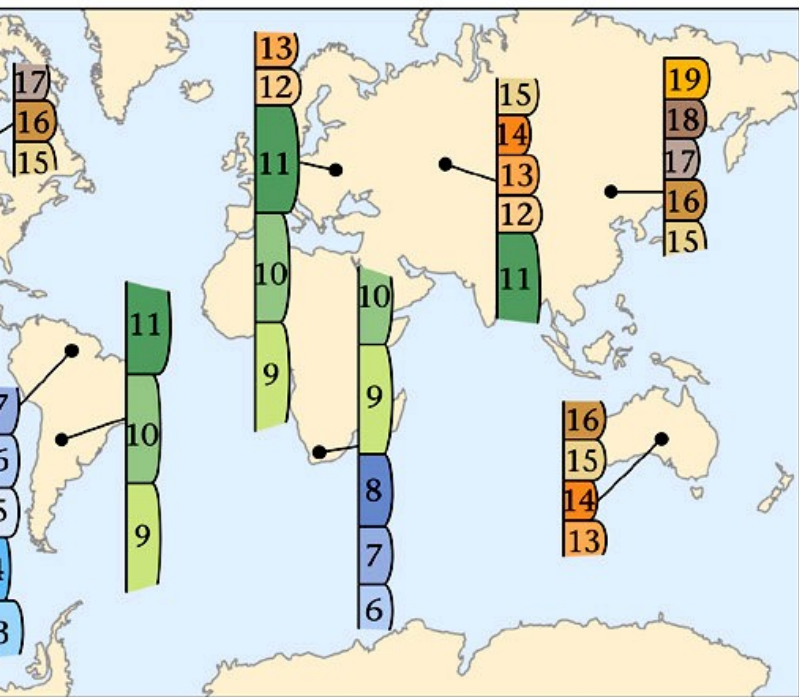
THE SURGEON OF CROWTHORNE





E. Gre





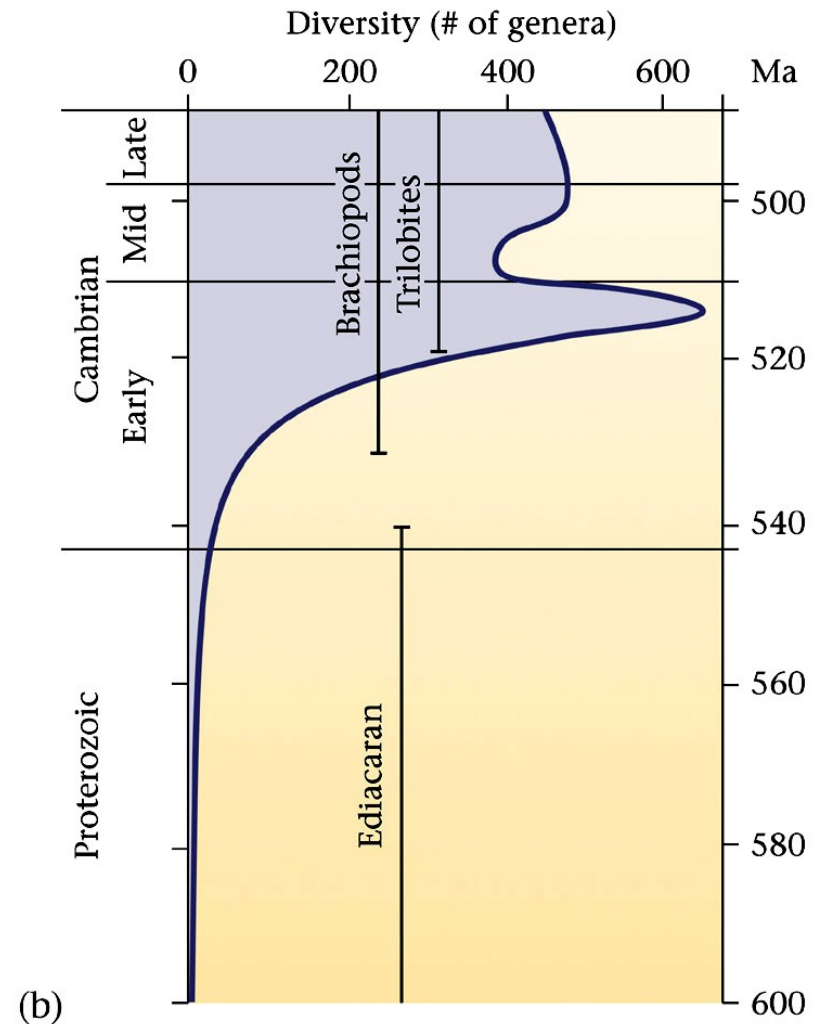
	Eon	Era	Period	Epoch	
19	Phanerozoic	Cenozoic	Quaternary	Holocene	
18				Pleistocene	
17			Tertiary		Pliocene
16					Miocene
15					Oligocene
14					Eocene
13		Mesozoic		Paleocene	
12				Cretaceous	
11					
10		Triassic			
9				Paleozoic	
8					
7		Carboniferous	Mississippian		
6				Devonian	
5		Proterozoic			Silurian
4					Ordovician
3					Cambrian
2					Archean
1					

(b)

FOSSILS AS GEOLOGICAL CLOCKS

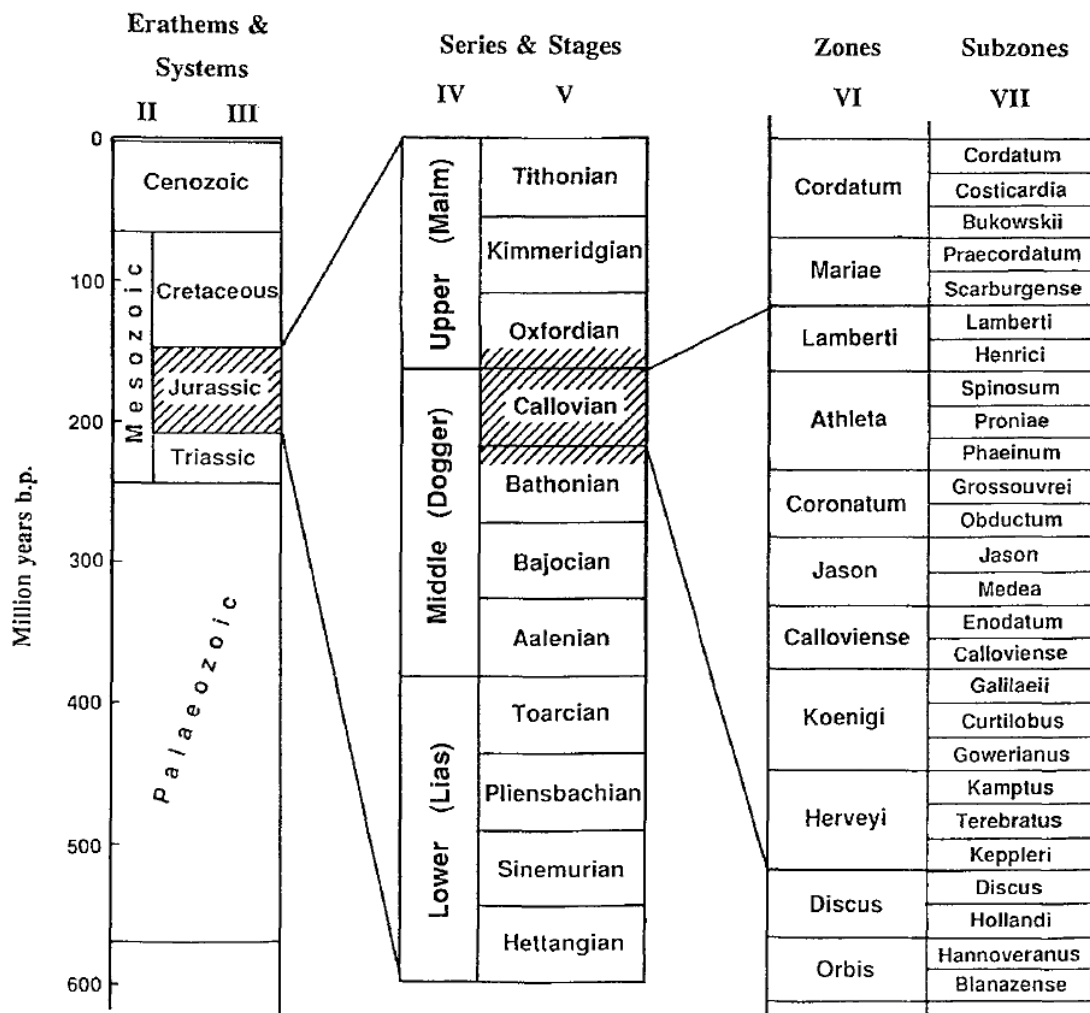
THE GEOLOGICAL CALENDAR

I	II	III	
<b>PHANEROZOIC</b> (Chadwick 1930)	<b>CAINOZOIC</b> (Phillips 1841)	RECENT	(Lyell 1873)
		PLEISTOCENE	(Lyell 1839)
		PLIOCENE	(Lyell 1833)
		MIOCENE	(Lyell 1833)
		OLIGOCENE	(Beyrich 1854)
		EOCENE	(Lyell 1833)
		PALAEOCENE	(Schimper 1874)
	<b>MESOZOIC</b> (Phillips 1841)	CRETACEOUS	(Omalius d'Halloy 1822)
		JURASSIC	(Brongniart 1829)
		TRIASSIC	(Alberti 1834)
	<b>PALAEOZOIC</b> (Phillips 1840-41)	PERMIAN	(Murchison 1841)
		CARBONIFEROUS	(Conybeare 1822)
		DEVONIAN	(Sedgwick/Murchison 1839)
		SILURIAN	(Murchison 1833)
		ORDOVICIAN	(Lapworth 1879)
	CAMBRIAN	(Sedgwick 1835)	
	<b>PRECAMBRIAN</b>	skeletal microfossils appear	
<b>PROTEROZOIC</b> (Emmons 1888)		— (Gunflint Formation) —	
<b>ARCHAEOZOIC/ ARCHAEN</b> (Dana 1872)			



(b)

## THE GEOLOGICAL CALENDAR






















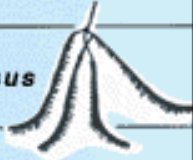




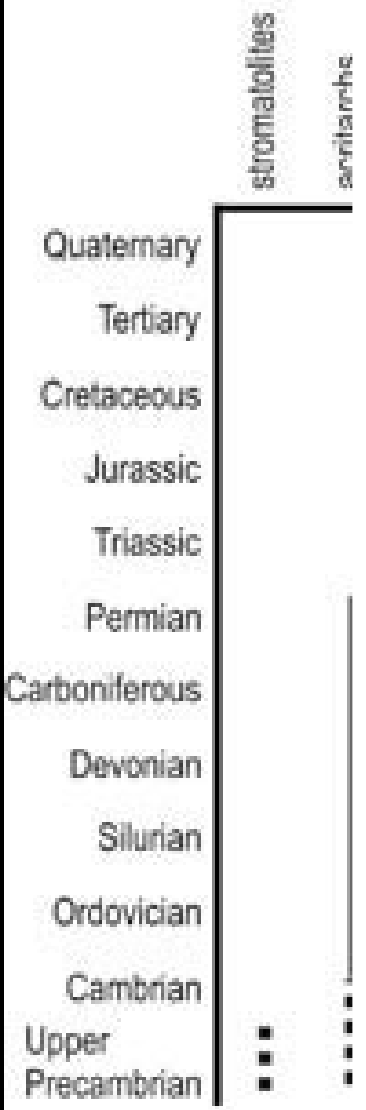
Primary clock:




biological evolution, fossils

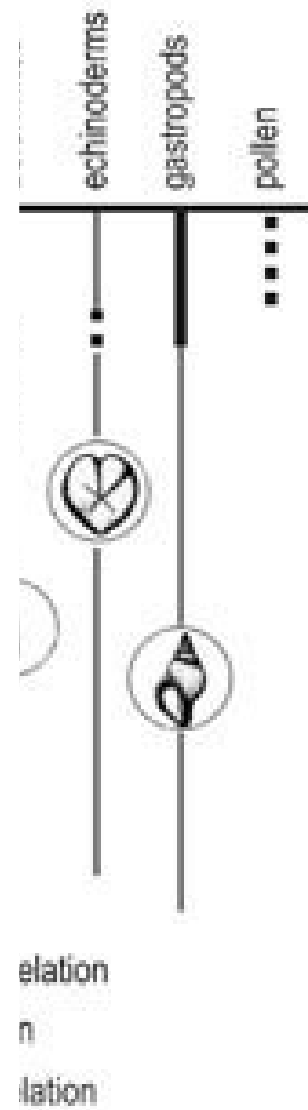
Secondary clocks:

guide-fossils for correlation

CENOZOIC ERA (Age of Recent Life)	Quaternary Period	<i>Pecten gibbus</i>		<i>Neptunea tabulata</i>	
	Tertiary Period		<i>Calyptrophorus velatus</i>		<i>Venericardia planicosta</i>
MESOZOIC ERA (Age of Medieval Life)	Cretaceous Period	<i>Scaphites hippocrepis</i>		<i>Inoceramus labiatus</i>	
	Jurassic Period		<i>Perisphinctes tiziani</i>	<i>Nerinea trinodosa</i>	
	Triassic Period	<i>Trochites subbullatus</i>		<i>Monotis subcircularis</i>	
	Permian Period		<i>Leptodus americanus</i>	<i>Parafusulina bosei</i>	
PALEOZOIC ERA (Age of Ancient Life)	Pennsylvanian Period	<i>Dictyoclostus americanus</i>		<i>Lophophyllidium proliferum</i>	
	Mississippian Period		<i>Cactocrinus multibrachiatus</i>	<i>Prolecanites gurleyi</i>	
	Devonian Period	<i>Mucrospirifer mucronatus</i>		<i>Palmatolepus unicornis</i>	
	Silurian Period		<i>Cystiphyllum niagarensis</i>	<i>Hexamoceras hertzeri</i>	
	Ordovician Period	<i>Bathyrurus extans</i>		<i>Tetragraptus fructicosus</i>	
	Cambrian Period		<i>Paradoxides pinus</i>	<i>Billingsella corrugata</i>	
	PRECAMBRIAN	-----			

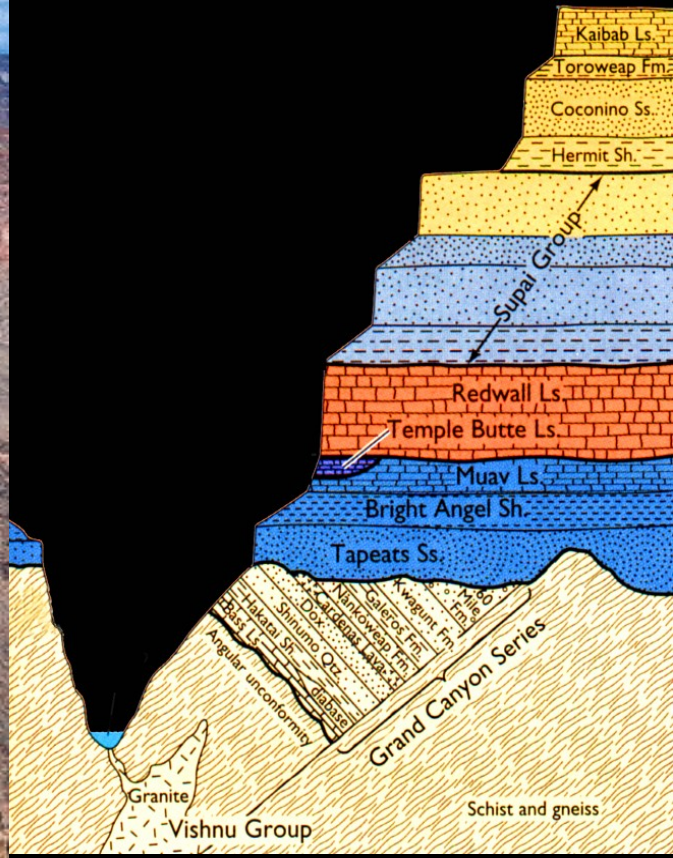


Cenozoic	Quaternary		
	Tertiary		
Mesozoic	Cretaceous	 <i>Lingula</i>	
	Jurassic		
	Triassic		
Paleozoic	Permian		
	Pennsylvanian		
	Mississippian		
	Devonian		 <i>Atrypa</i>
	Silurian		
	Ordovician		
	Cambrian		 <i>Paradoxides</i>





**ANTROPOCENO?**



Estatigrafía. Cañon del Colorado (USA)





*Calizas Muav*

*Lutitas Brigh Angel*

*Arenisca Tepeats*

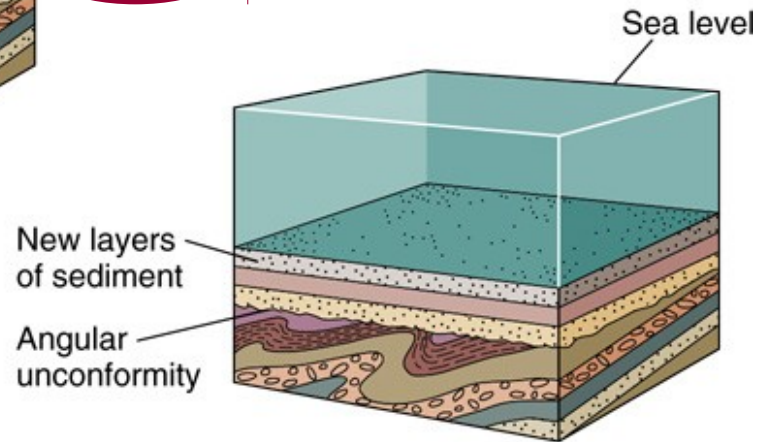
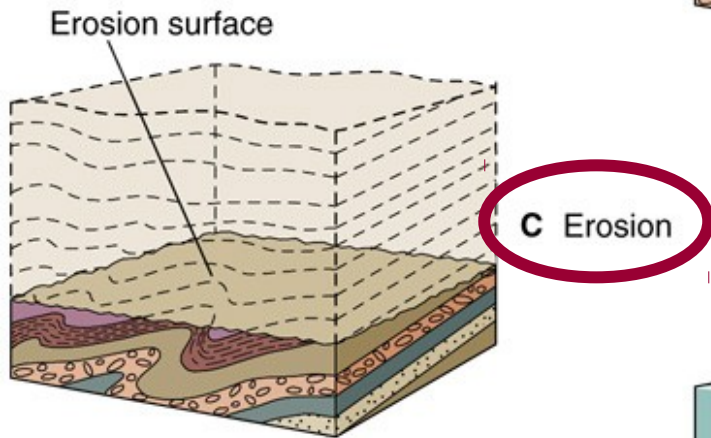
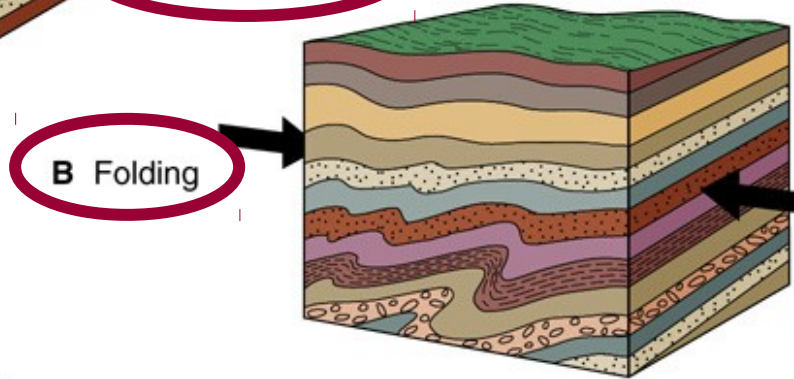
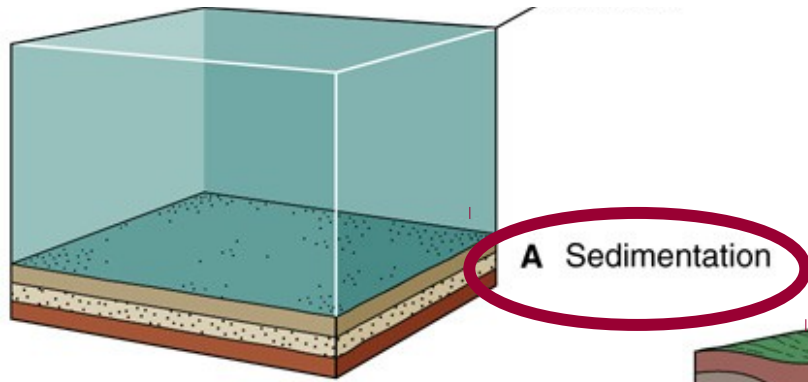
*Grupo Vishnu (Esquistos)*



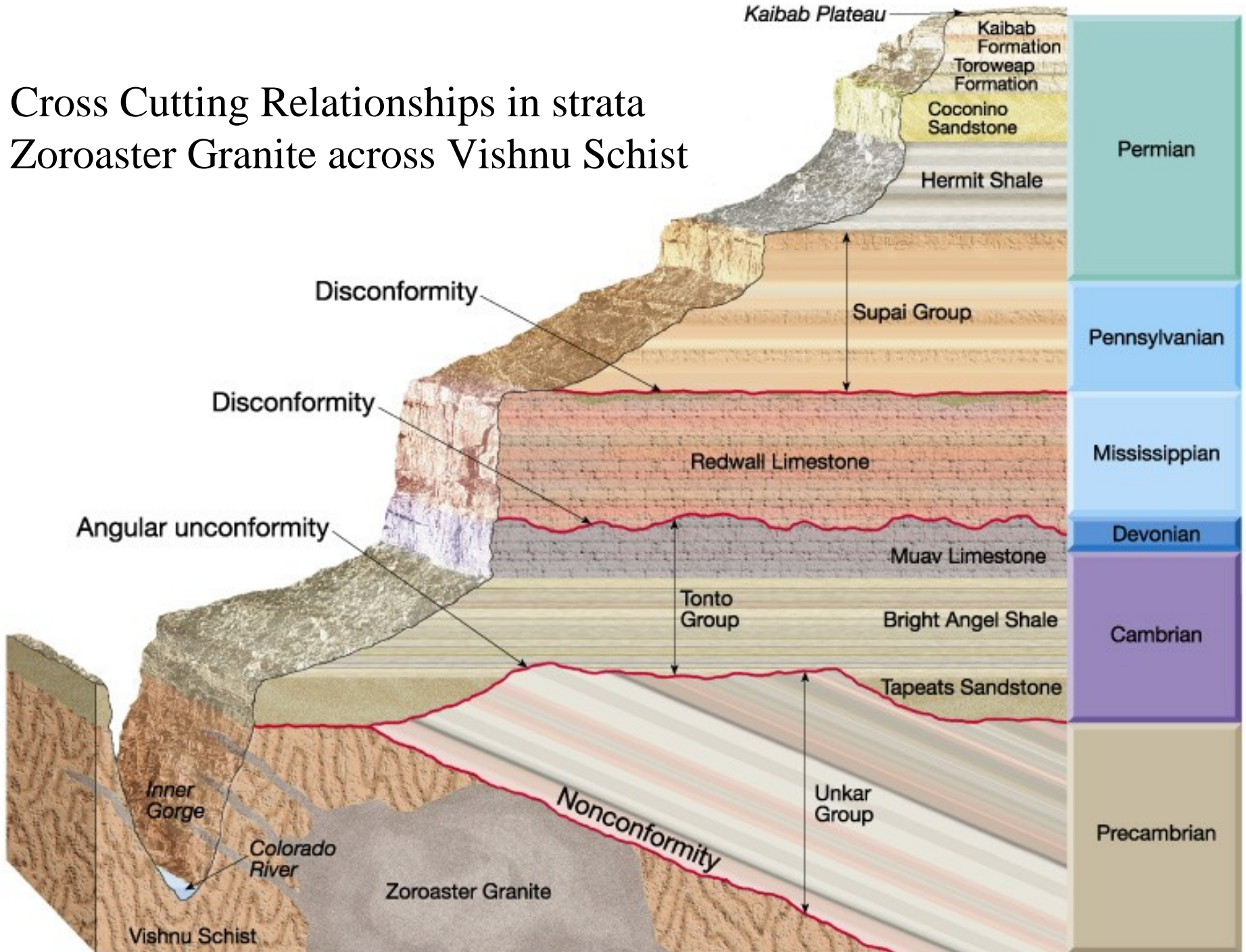
*Arenisca Tepeats*

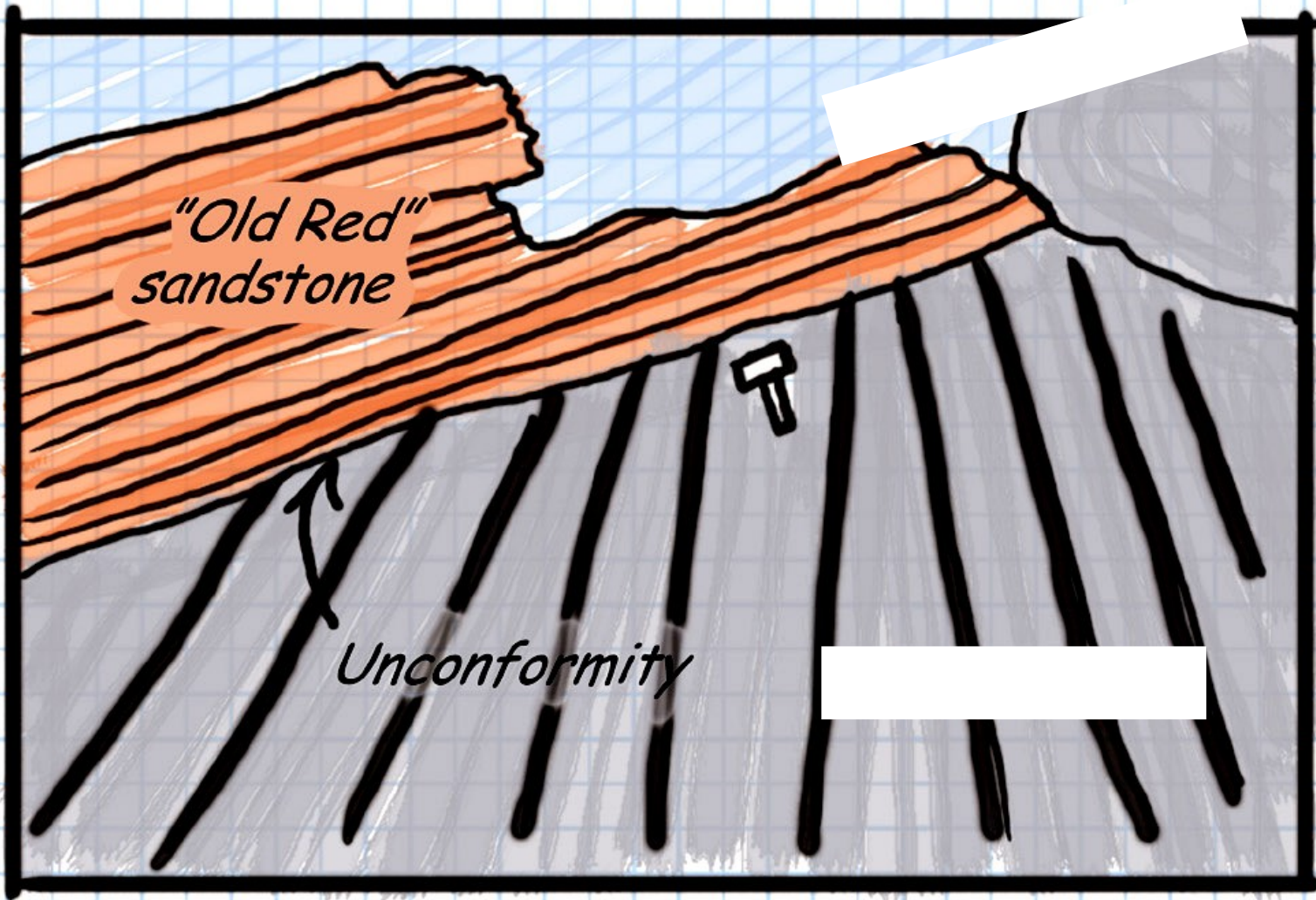
*Grupo Vishnu*

*Grupo Unkar*



# Cross Cutting Relationships in strata Zoroaster Granite across Vishnu Schist

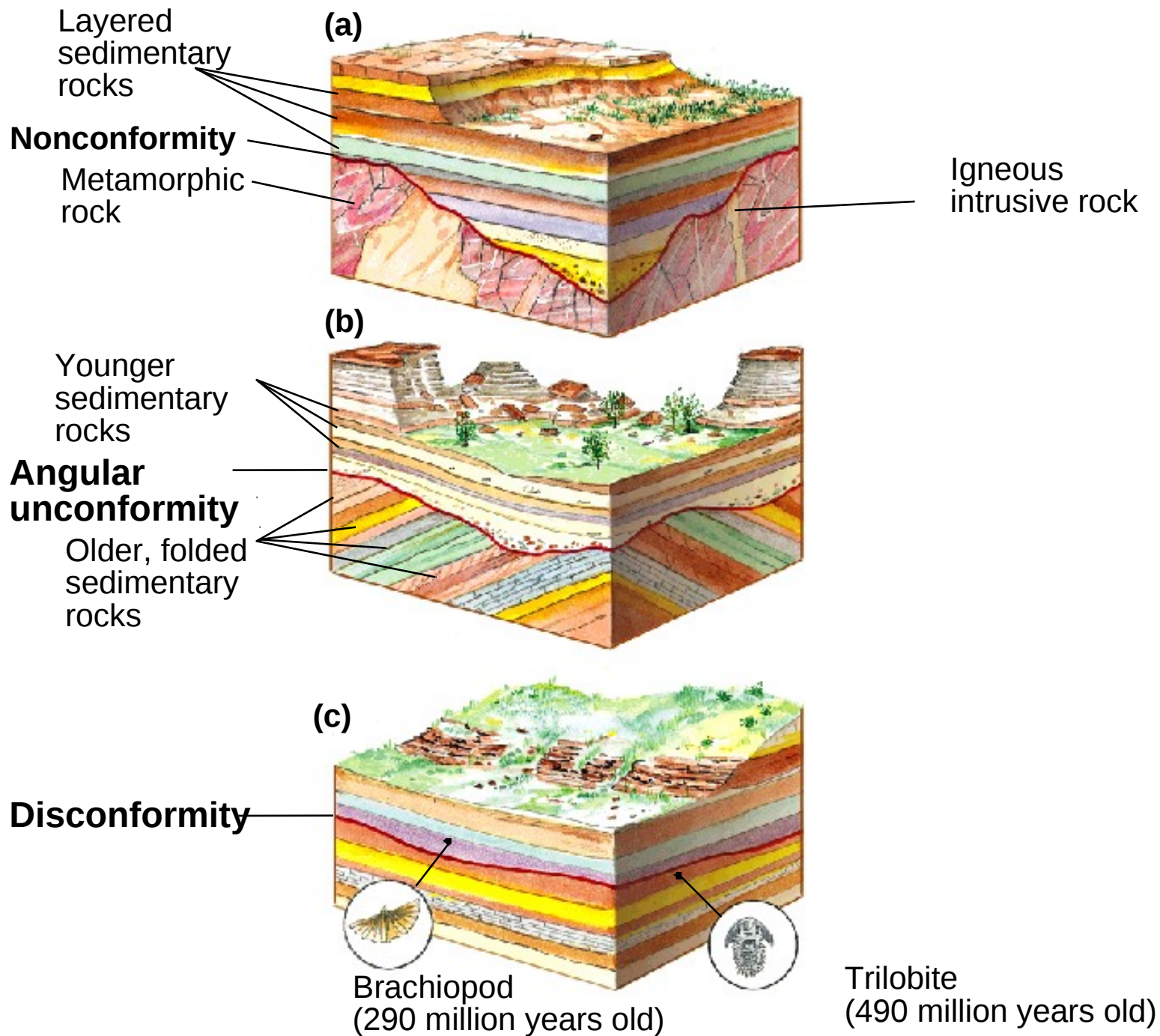




*"Old Red"  
sandstone*

*Unconformity*

*What a geologist sees*

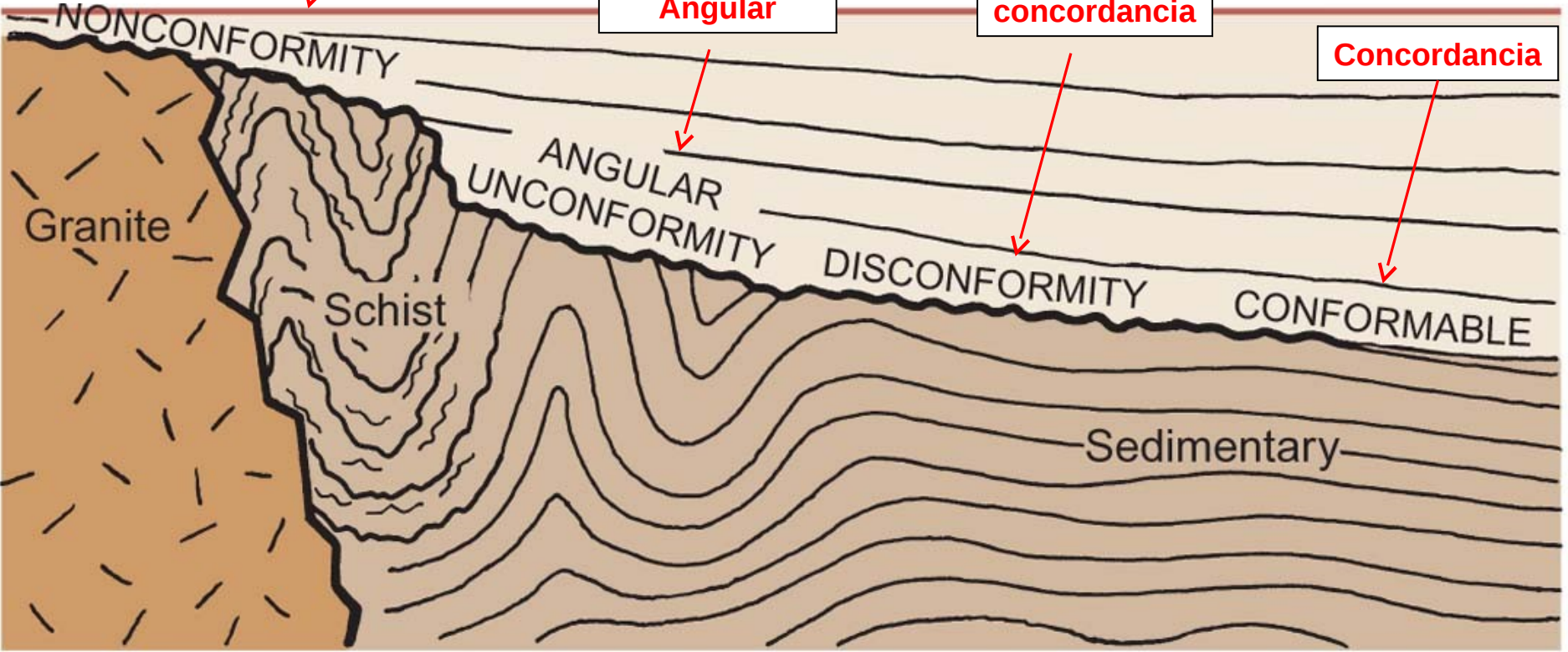


**Discordancia de erosión**

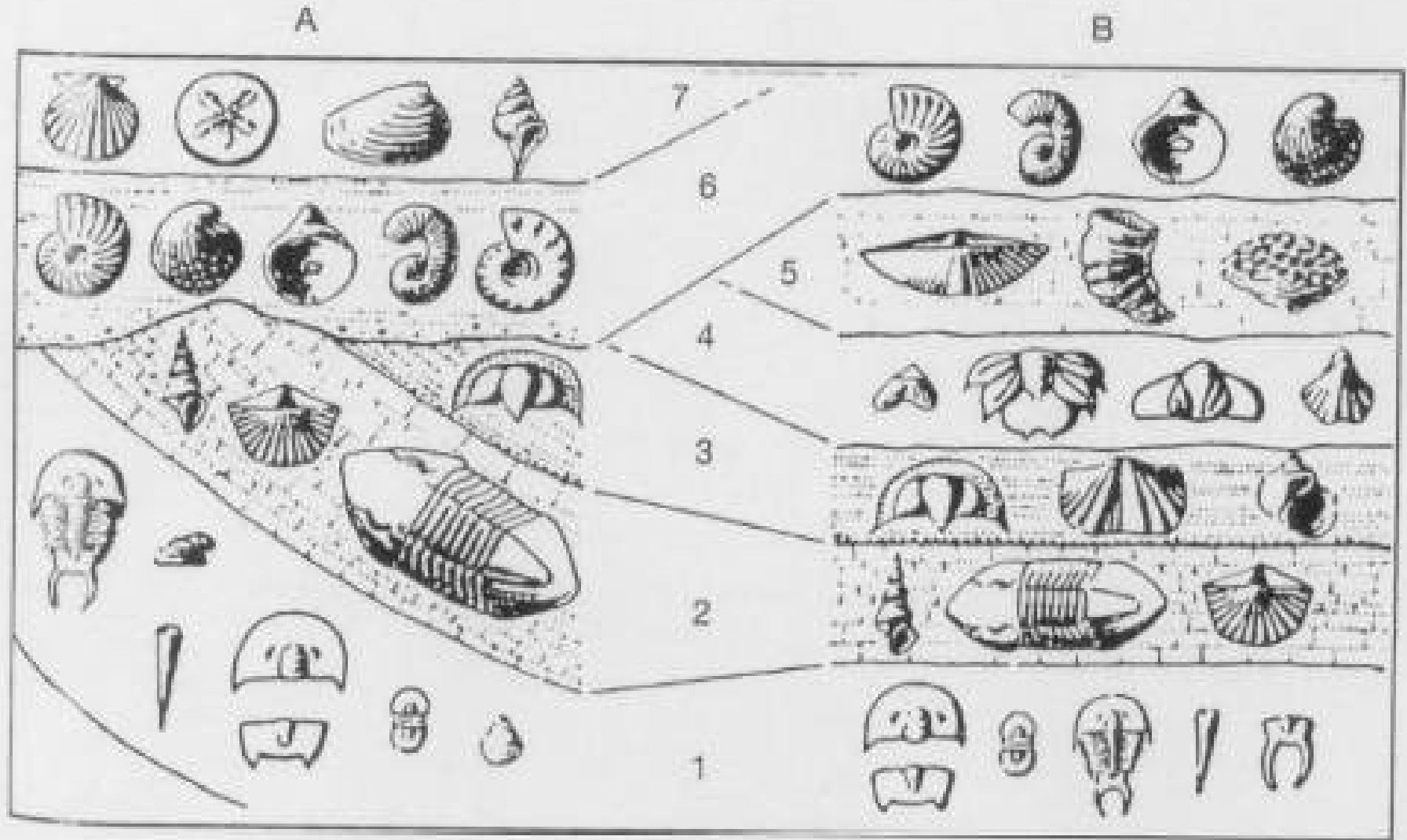
**Discordancia Angular**

**Pseudo concordancia**

**Concordancia**



***Los fósiles permiten efectuar correlaciones a pesar de la existencia de discordancias***





# *Tercer principio de Steno*

- Relaciones de corte

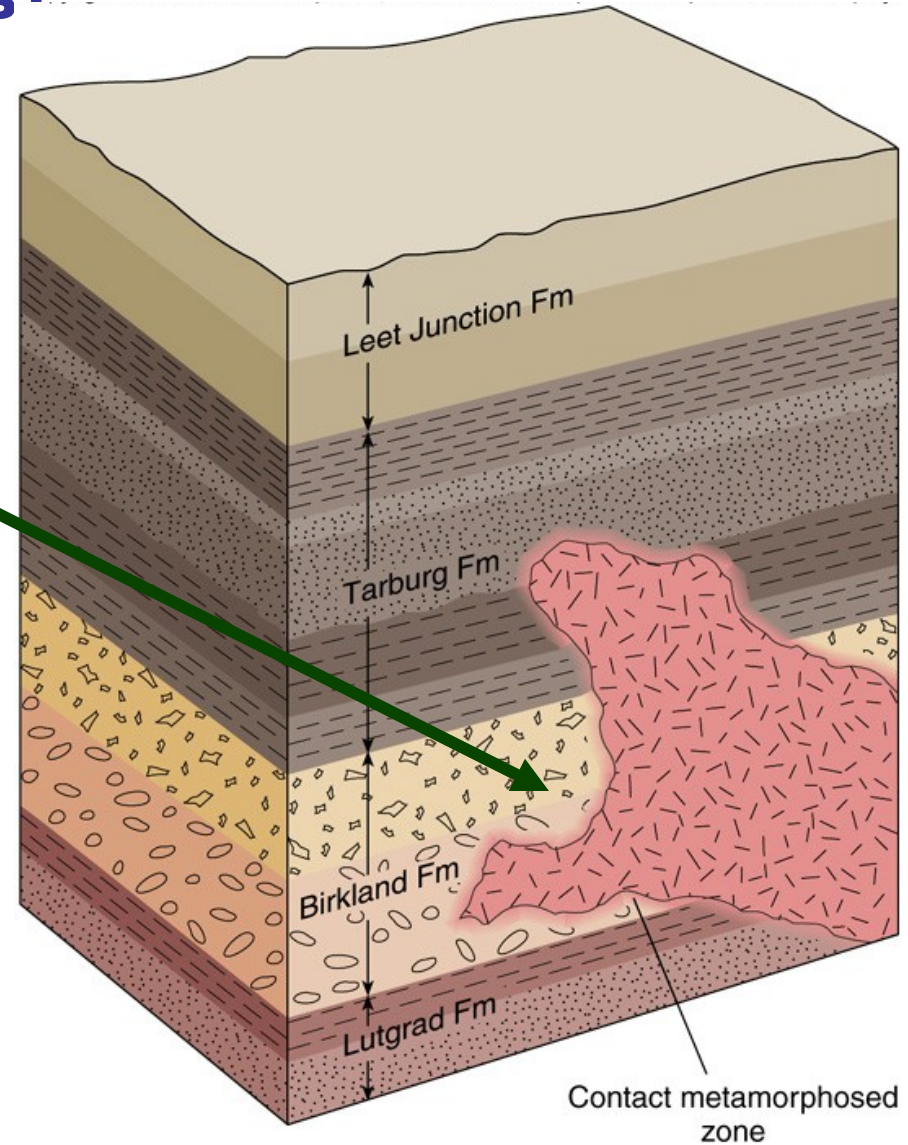
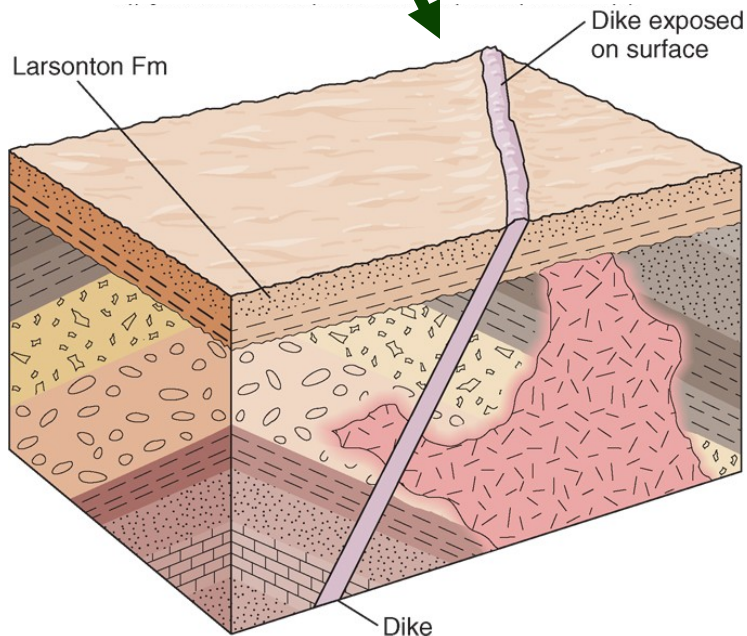
*Dique*



# Relaciones de corte (Cross-cutting relationships)

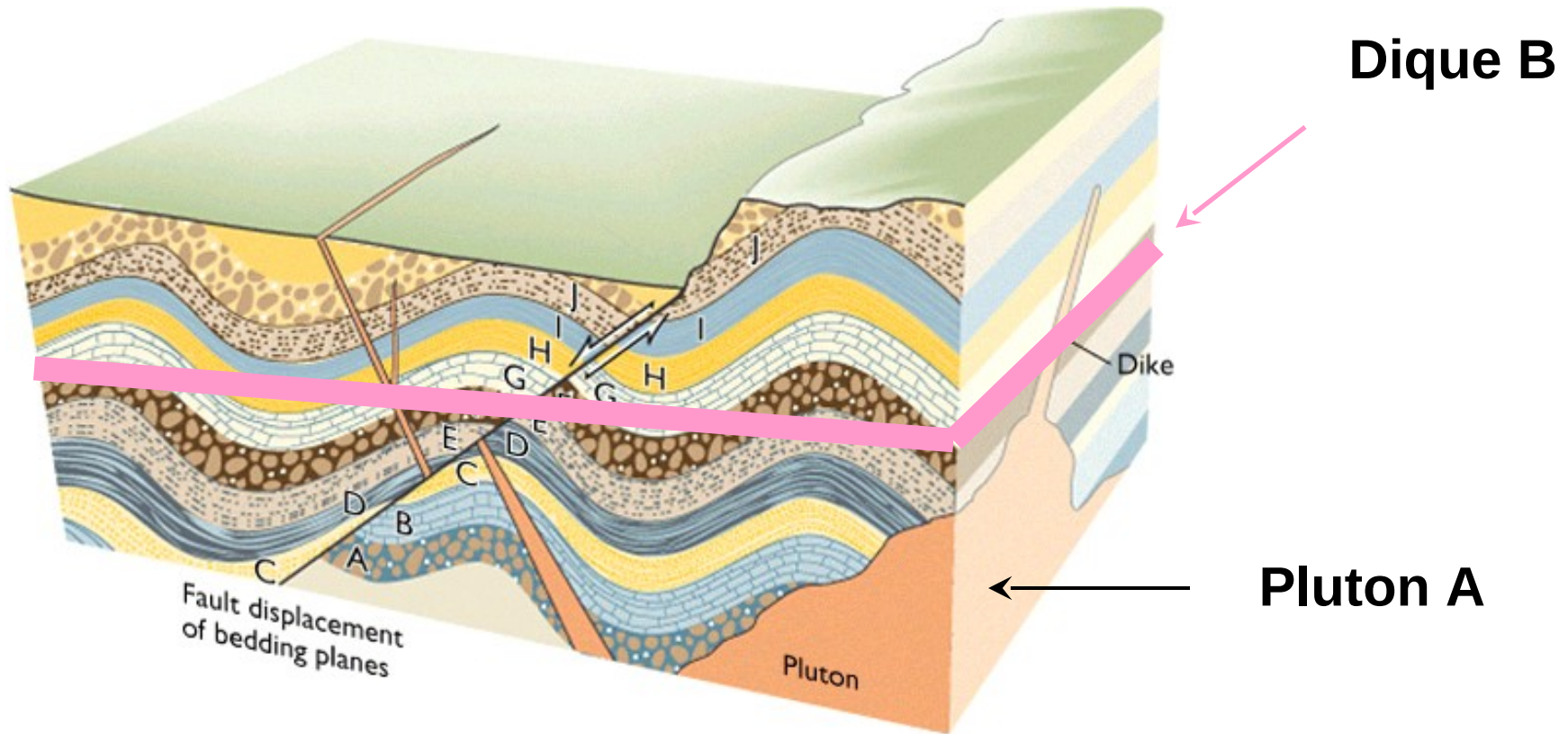
A disrupted rock (bed) is older than the cause of the disruption

e.g. an intrusion is younger than the rocks it intrudes



# Relaciones de corte.

## Eventos geológicos (1 a 6)



- Las rocas sedimentarias se acumularon (1) y fueron plegadas (2) antes de ser intruidas (3) por el Plutón A

- La falla (normal) (5) es más joven que el Plutón A pero es más antigua que el emplazamiento (6) del dique B

# Un ejercicio con el Tiempo Profundo.....

