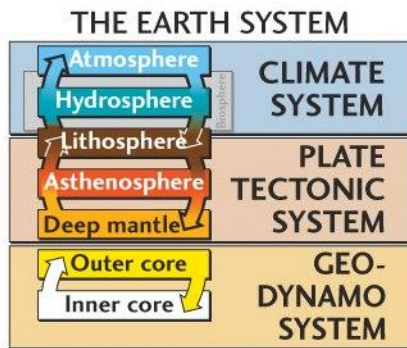
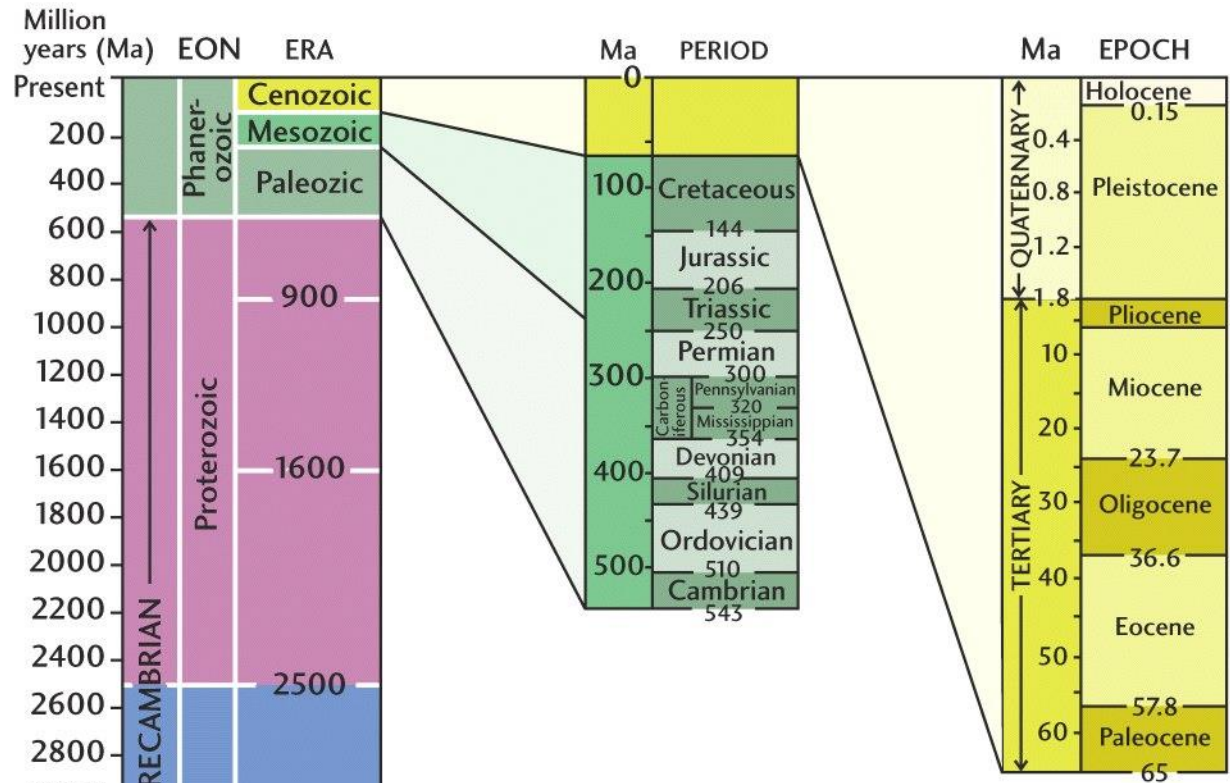




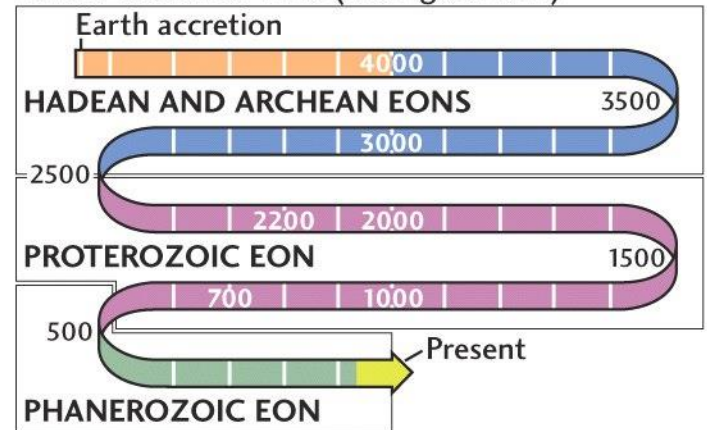
A escala do tempo geológico divide o tempo em ERAS e baseia-se em acontecimentos geológicos da história da Terra e no estudo dos fósseis



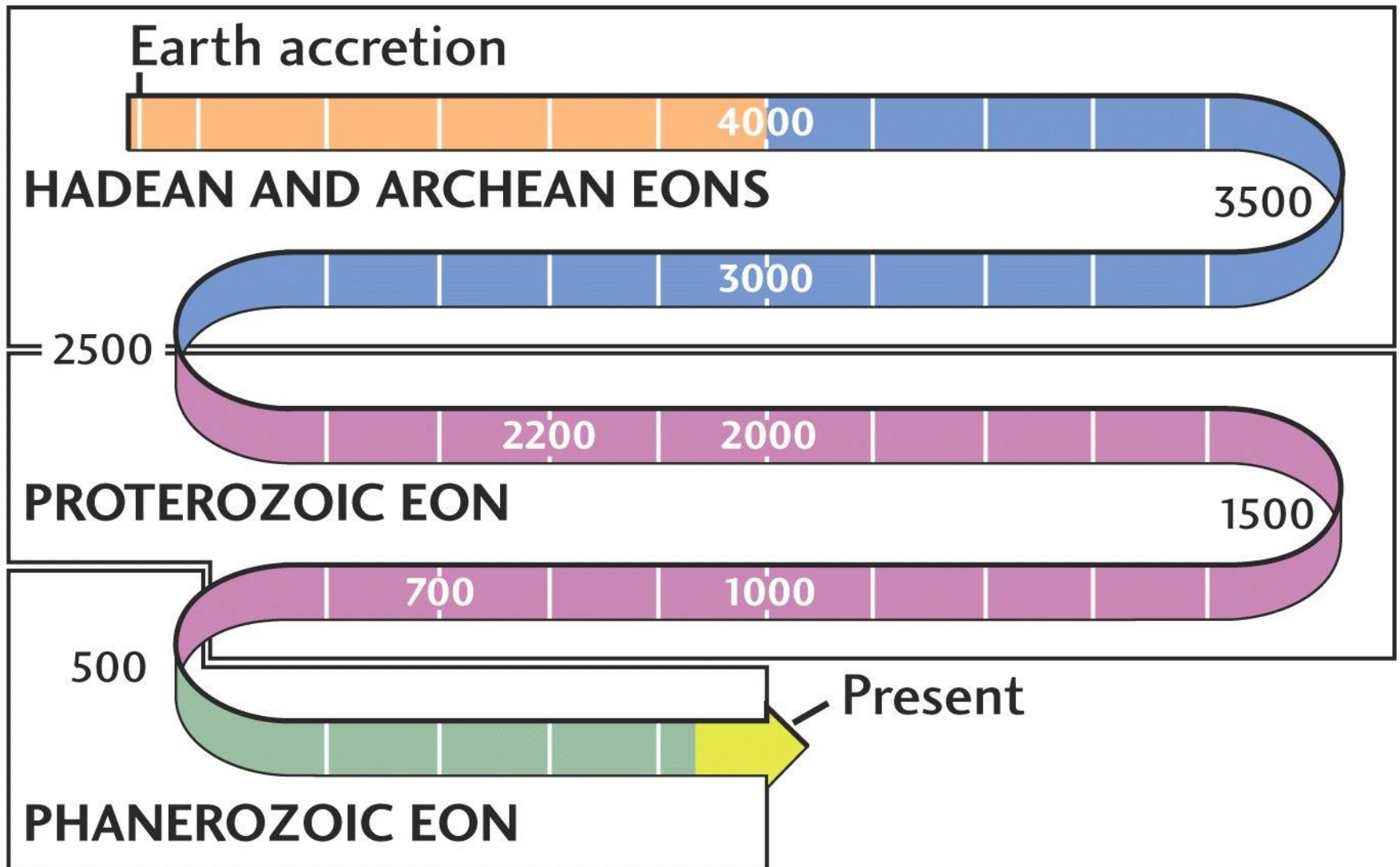
Por exemplo a extinção dos dinossauros marca o fim do Mesozóico e o início do Cenozóico

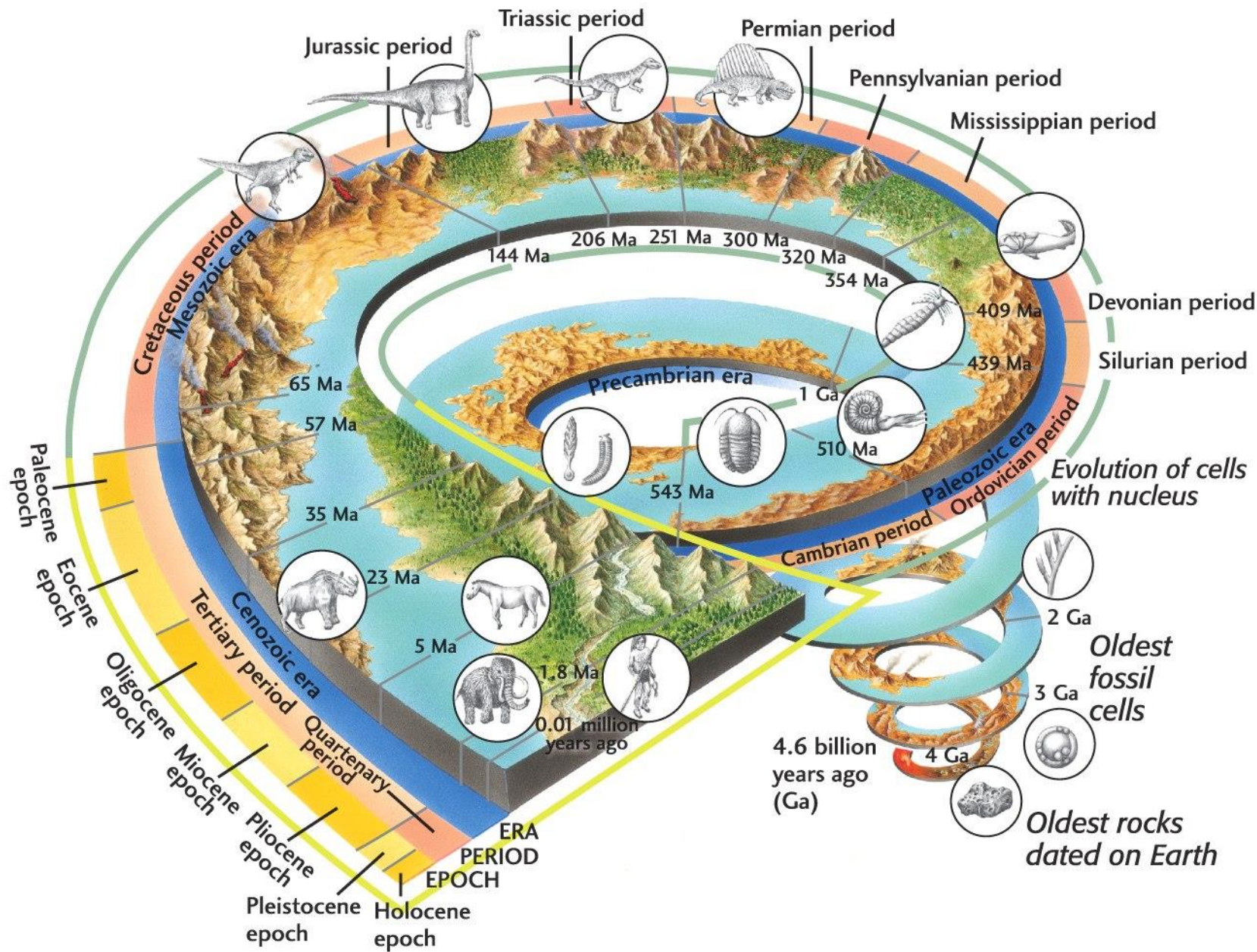


Earth's Ribbon of Time (see Figure 1.12)

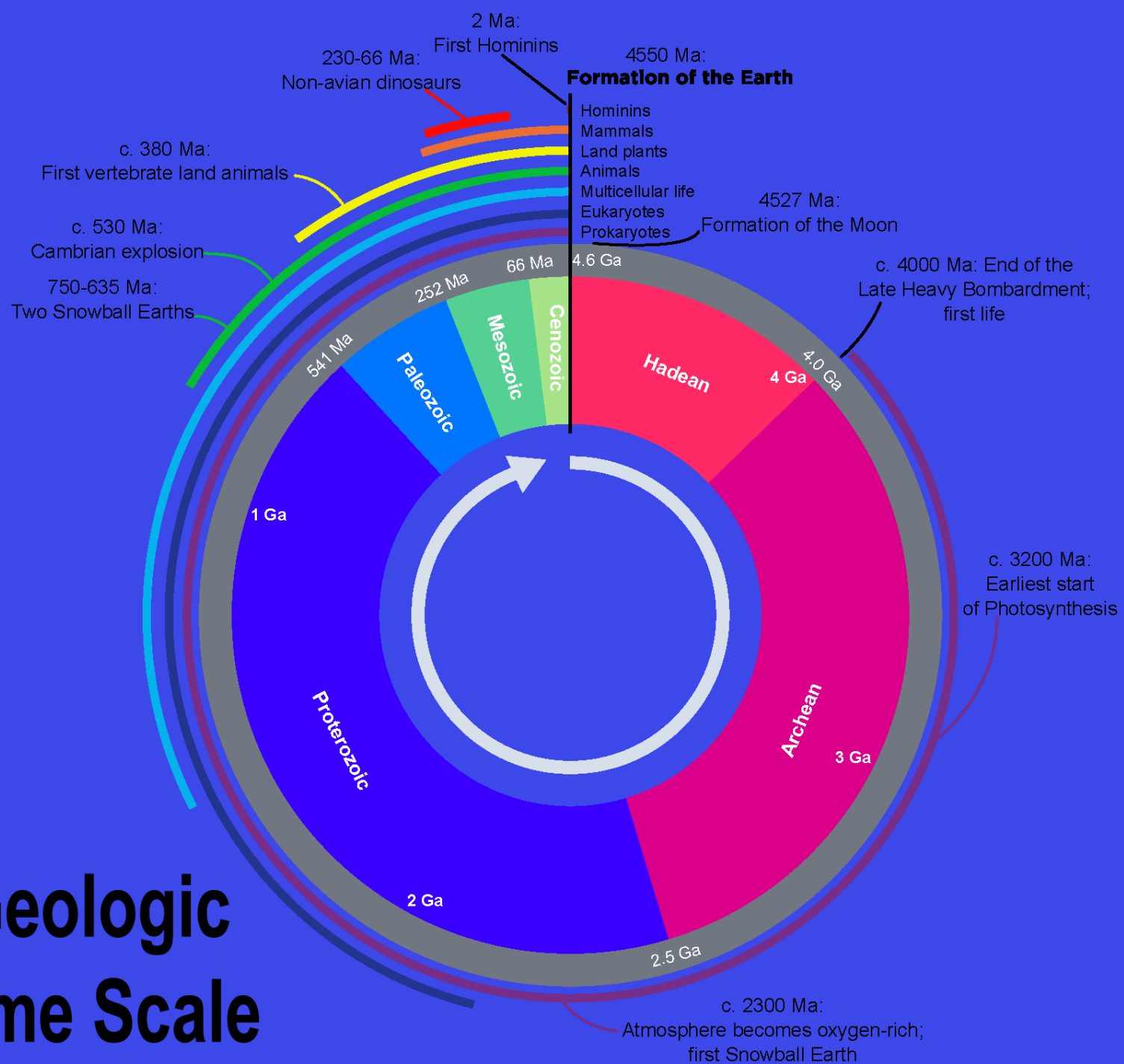


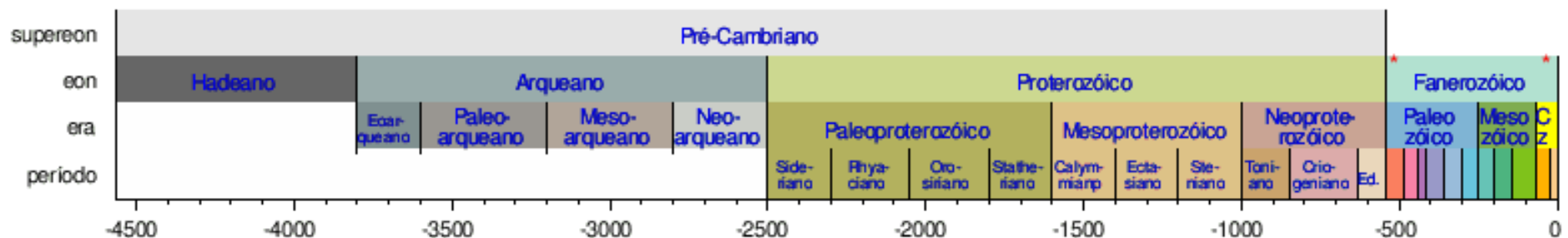
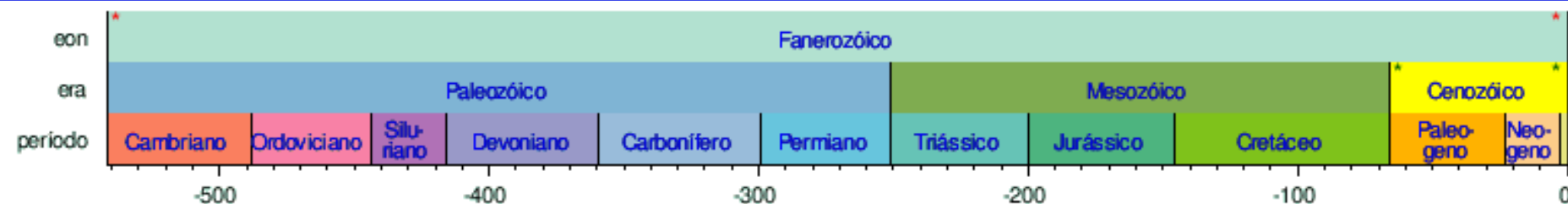
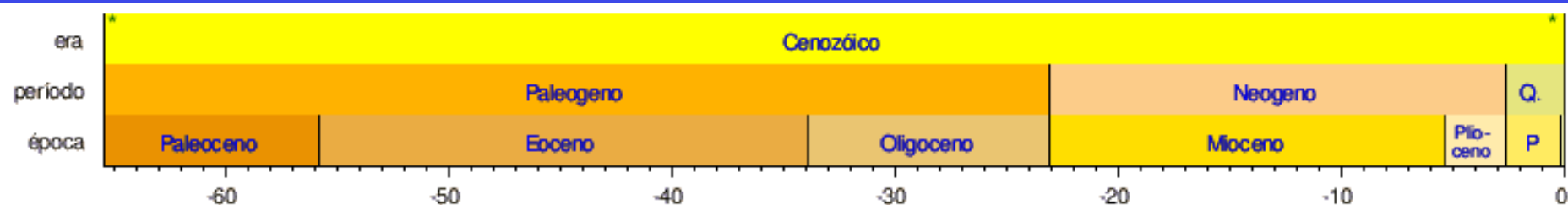
Earth's Ribbon of Time (see Figure 1.12)





Geologic Time Scale





Antropoceno

Artigo [Discussão](#)

[Ler](#) [Editar](#)

Origem: Wikipédia, a enciclopédia livre.

Antropoceno (ou **Antropocénico** em português europeu) é um termo usado por alguns cientistas para descrever o período mais recente na história do [Planeta Terra](#). Ainda não há data de início precisa e oficialmente apontada, mas muitos consideram que começa no final do [Século XVIII](#), quando as atividades humanas começaram a ter um impacto global significativo no [clima](#) da Terra e no funcionamento dos seus [ecossistemas](#). Esta data coincide com a aprimoração do [Motor a vapor](#) por [James Watt](#) em [1784](#). Outros cientistas consideram que o Antropoceno começa mais cedo, como por exemplo no advento da agricultura. As tentativas de datação precisa revelam, porém, o problema do necessário distanciamento histórico na ponderação de eventos e grandezas relevantes para a [escala de tempo geológico](#). Um hipotético observador distanciado milhões de anos no futuro poderá, munido de suficiente informação, melhor determinar uma data e uma tipologia para o Antropoceno. Perante o alcance das consequências da ação do Homem na evolução do [Planeta Terra](#), o Antropoceno poderá ser reconhecido e classificado, por exemplo, como um novo [período](#) ou [era geológica](#). Nesta perspectiva, é plausível apontar o seu início a partir do surgimento do *Homo sapiens*.

O TEMPO PROFUNDO

Não podemos ver o Tempo,
apenas sentimos sua passagem ...

"... numa terra distante existe uma rocha. Ela tem 100 km de altura e 100 km de largura.

Uma vez em cada milênio, um passarinho vem até ela para afiar seu bico.

Quando a rocha tiver sido assim totalmente desgastada, então, um único dia da eternidade ter-se-á escoado."

(The history of Mankind, 1951) Hendrik W. Van Loon

1/

MUNDO EM QUE VIVEMOS

THE WORLD WE LIVE IN

CURADORIA / CURATORSHIP: MUSEU DO AMANHÃ / FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO

SE A ESCALA DA CRIAÇÃO DA TERRA FOSSE MARCADA POR 24 HORAS, O HOMEM TERIA SURGIDO NO ÚLTIMO SEGUNDO ANTES DO DIA SE COMPLETAR.

EM 200 ANOS A AÇÃO HUMANA NA TERRA GEROU INTERFERÊNCIAS NO PLANETA QUE DEMORARIAM MILHÕES DE ANOS PARA A NATUREZA ACUMULAR. ANTHROPOCENE, UMA NOVA ERA.

IF THE TIMELINE OF THE PLANET'S FORMATION WERE CLOCKED DURING 24 HOURS, MAN WOULD HAVE EMERGED IN THE LAST SECOND BEFORE THE END OF THE DAY.

RELÓGIO DE 24 HORAS / 24-HOUR CLOCK



GRÁFICO DAS 6 EXTINÇÕES / CHART OF 6 EXTINCTIONS

ESTRATIGRAFIA

e

TEMPO GEOLÓGICO

Daniel Atencio

1. James Hutton e o **Uniformitarismo**:

fenômenos pretéritos são similares aos do presente.

Base: observação das rochas e suas inter-relações



***Theory of the Earth* (1785) - Tempo Profundo**

ciclos geológicos se repetem indefinidamente...

2. Charles Lyell (1797-1875) e o **Atualismo**:

fenômenos geológicos têm intensidades variáveis.

Sacramentou o caráter dinâmico da Terra.

Até hoje adotado.

***Principles of Geology* (1830) – 14 edições!**



1. OBJETIVO

Reconstruir a história geológica da Terra

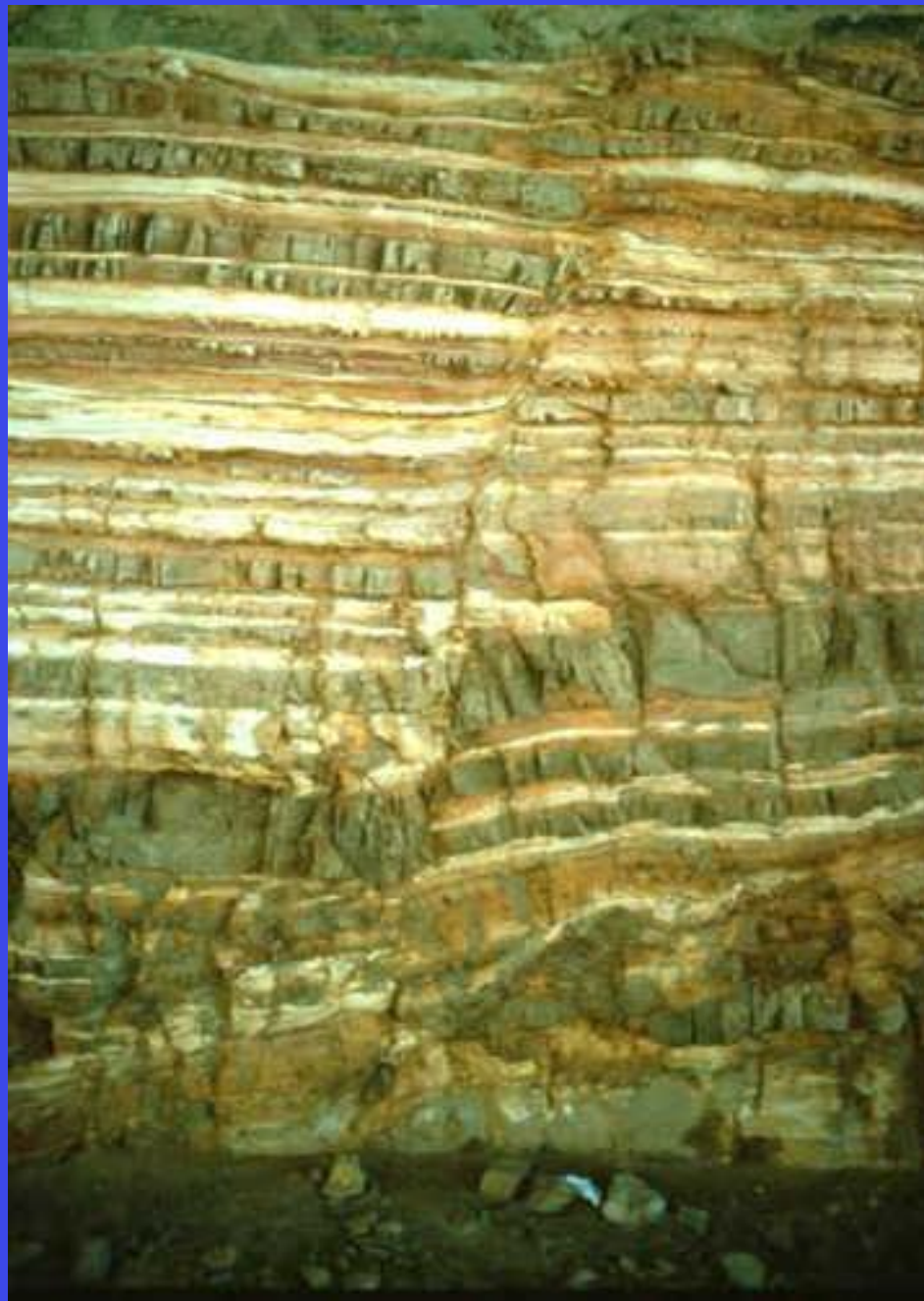
- **O que é a história geológica?**
 - sequência de eventos físicos e biológicos ordenados cronologicamente, a partir do mais antigo
- **Tempo geológico:**
 - origem da Terra (4.560Ma) - hoje

2. EVENTOS FÍSICOS

- Deposição de camadas de rochas sedimentares
- Formação de montanhas
- Vulcanismo
- Falhamentos
- Terremotos
- Mudanças ambientais







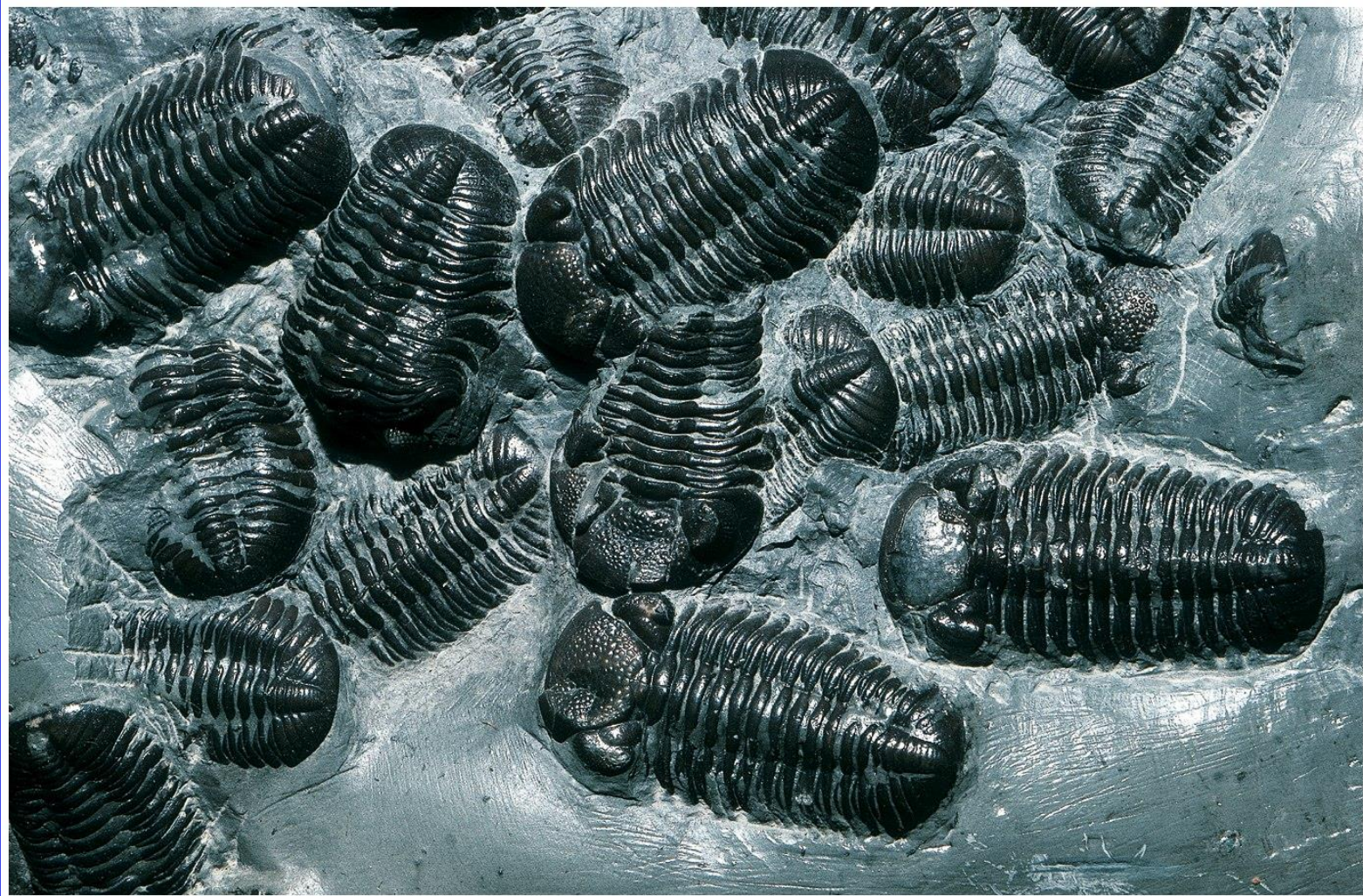
3. EVENTOS BIOLÓGICOS

- Surgimento e extinção de espécies
- Mudanças evolutivas
- Dispersão geográfica de organismos
- Crises biológicas



DATAÇÃO E CORRELAÇÃO GEOLÓGICA USANDO FÓSSEIS

Reconstituição da história geológica por meio da datação relativa



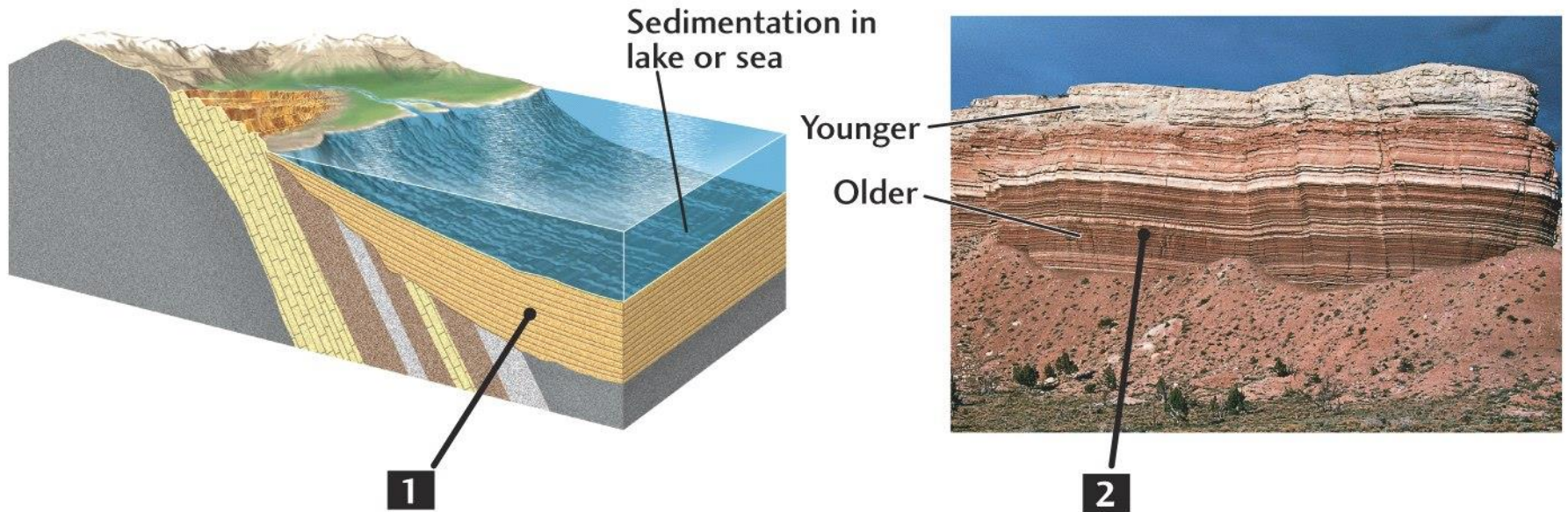
Tempo geológico

- Denomina-se datação o estabelecimento da idade de uma camada, de uma discordância ou de outros vestígios de eventos geológicos.
- Datação absoluta → métodos isotópicos
- Datação relativa → baseado em fósseis.

Princípios utilizados

- Princípio da superposição → em geral, a camada de cima é a mais recente que a de baixo.
- Princípio das relações intercortantes → uma rocha ígnea intrusiva, uma falha, uma discordância que secciona uma rocha qualquer é mais recente que ela.
- Lei da sucessão faunística → evolução como processo contínuo e irreversível. Há alguns problemas, como a refossilização.

Datação Relativa



Estratigrafia: descrição, correlação e classificação dos estratos de rochas sedimentares

Lei de Steno

Nicholas Steno (1669)

- **Princípio da Superposição**
- **Princípio da Horizontalidade**

Essas leis se aplicam a rochas sedimentares e vulcânicas.

Princípio da Superposição

Numa sequência não deformada de camadas de rochas, as rochas mais antigas estão na sua base.

Princípio da Horizontalidade

Camadas são depositadas de forma horizontal ou subhorizontal, aproximadamente paralelas à superfície da terra.

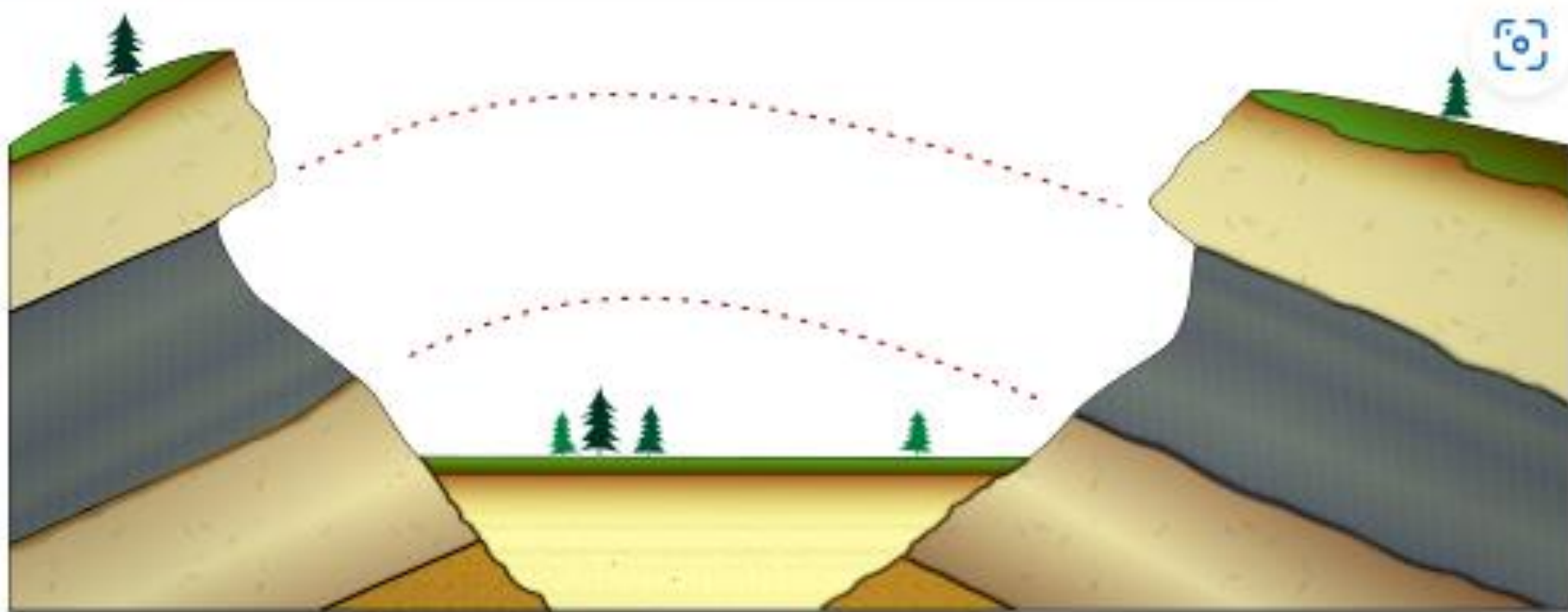
Younger

Older



Fig. 10.3

Princípio da continuidade lateral



Representação esquemática do princípio da continuidade lateral.^[1]



Paleontologia

- O estudo da vida passada baseada em fósseis de plantas e animais.

Fósseis: evidência de vida passada

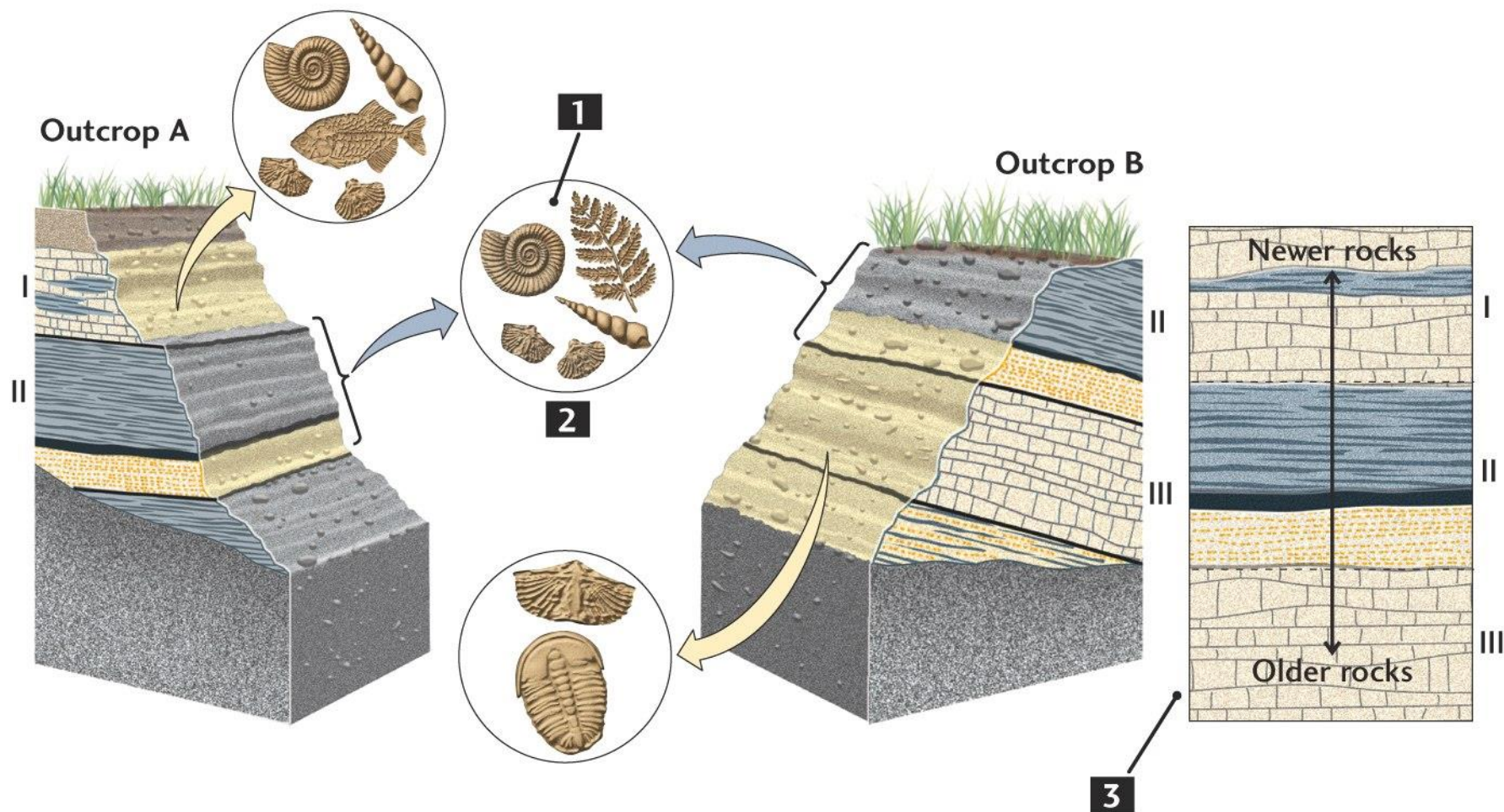
- Fósseis (que são preservados em rochas sedimentares) são utilizados para determinar :
 - 1) idade relativa
 - 2) O ambiente de deposição

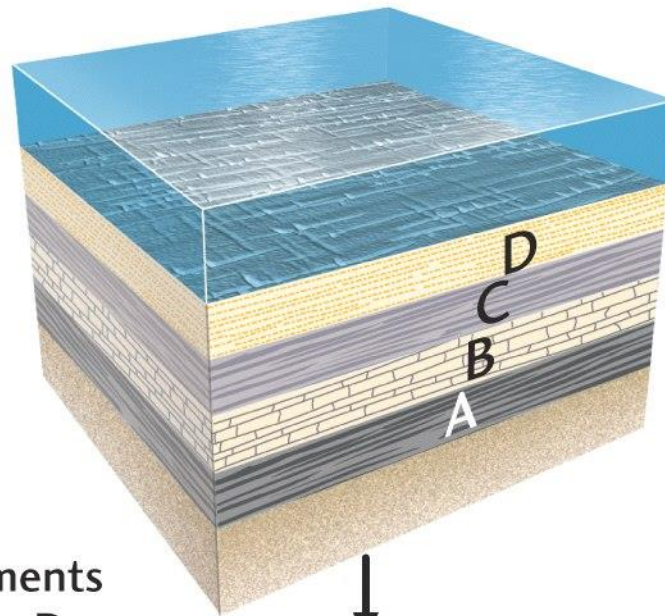




Datação relativa

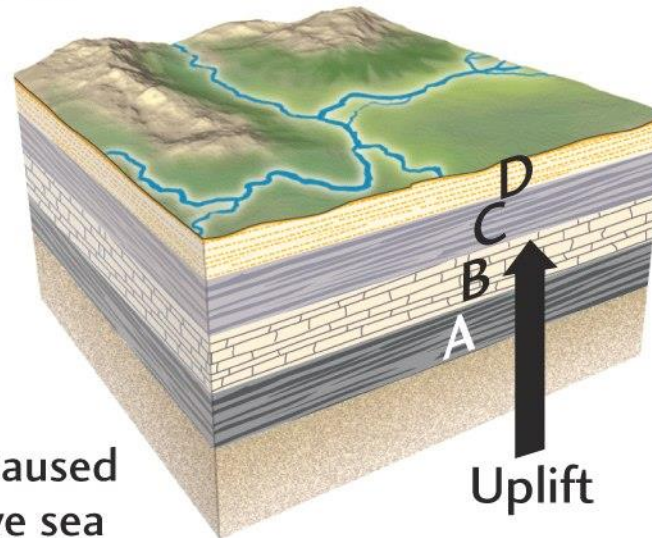
- Além do princípio da superposição, utiliza o princípio da sucessão faunística.
- Bons fósseis-índices ou fósseis-guia são aqueles com curta distribuição estratigráfica e ampla distribuição geográfica, inverso aos bons indicadores ambientais.





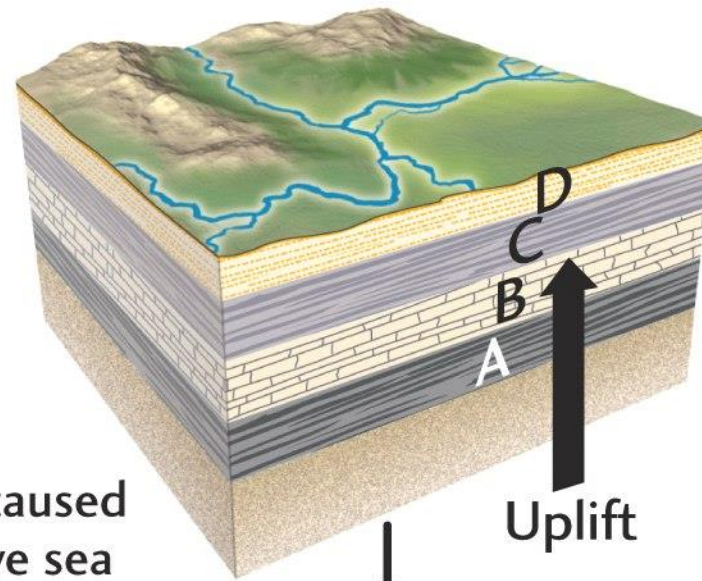
TIME 1

Beneath the sea, sediments
accumulated in beds A–D.



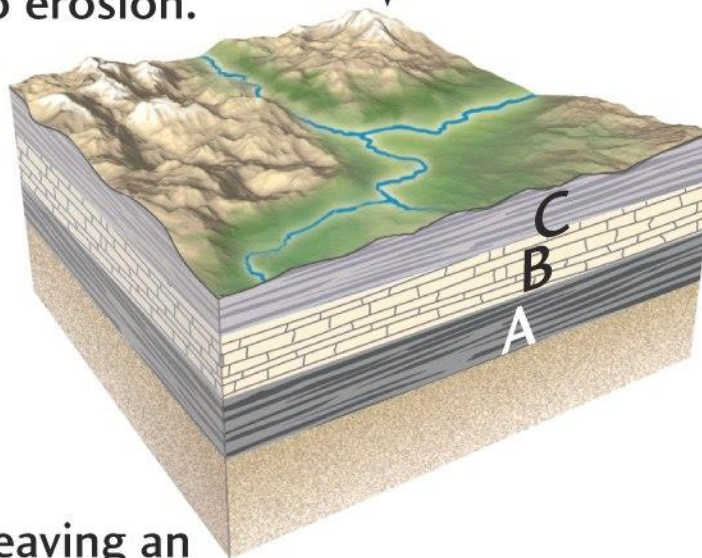
TIME 2

Later, tectonic forces caused
uplift of the beds above sea
level, exposing them to erosion.



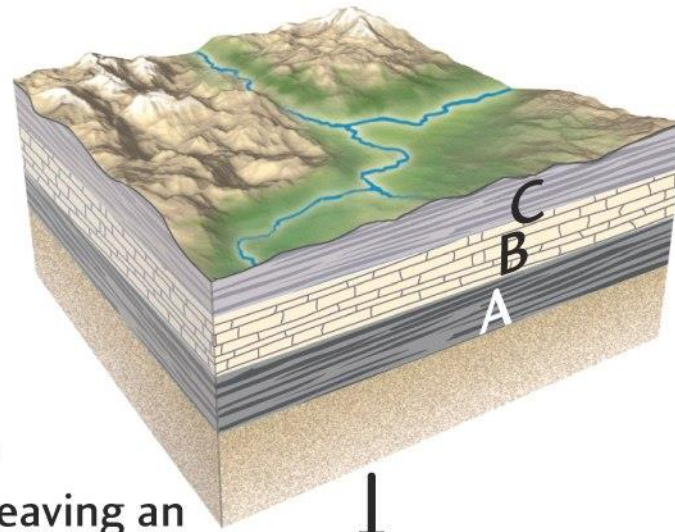
TIME 2

Later, tectonic forces caused uplift of the beds above sea level, exposing them to erosion.



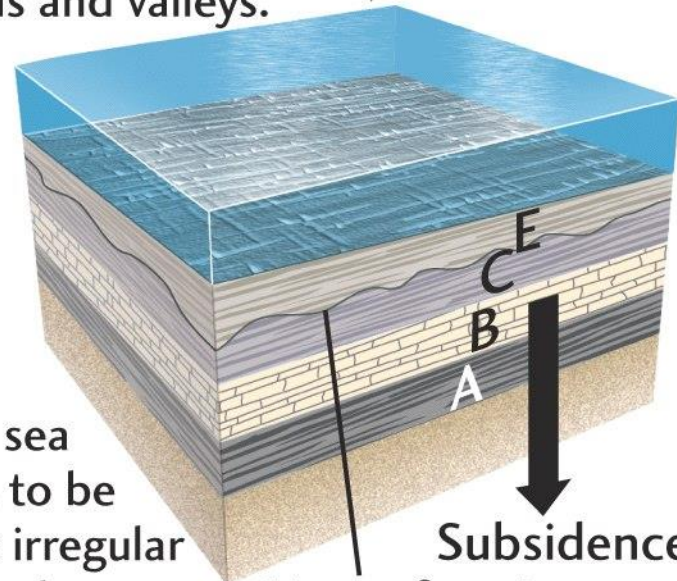
TIME 3

Erosion stripped away bed D and part of C, leaving an irregular surface of hills and valleys.



TIME 3

Erosion stripped away bed D and part of C, leaving an irregular surface of hills and valleys.

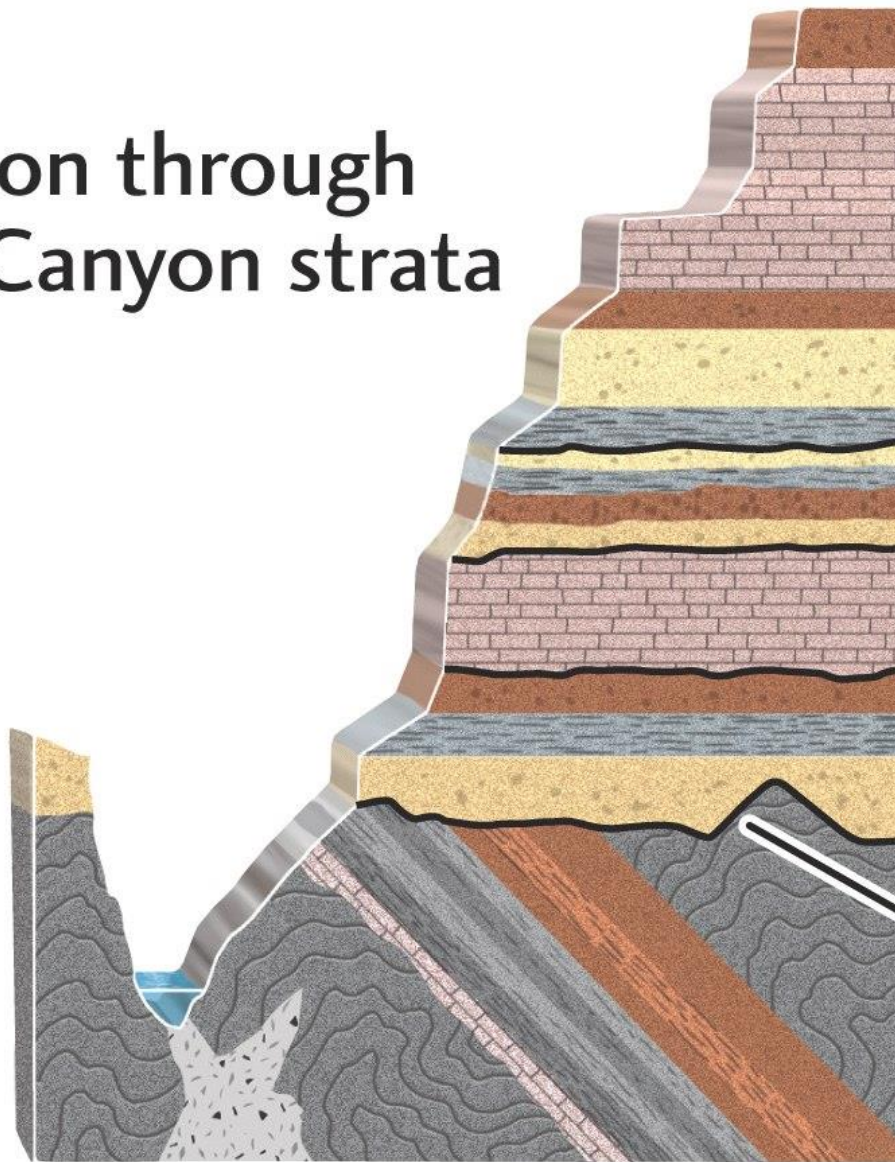


TIME 4

Subsidence below the sea allowed a new layer, E, to be deposited over C. The irregular surface of C is preserved as an unconformity.

Subsidence
Unconformity

Section through Grand Canyon strata



**Discordância
angular**

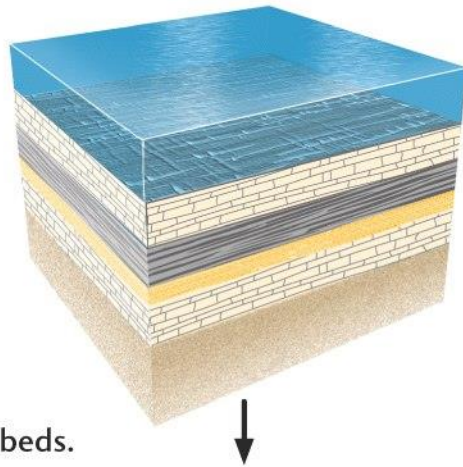
Discordância angular



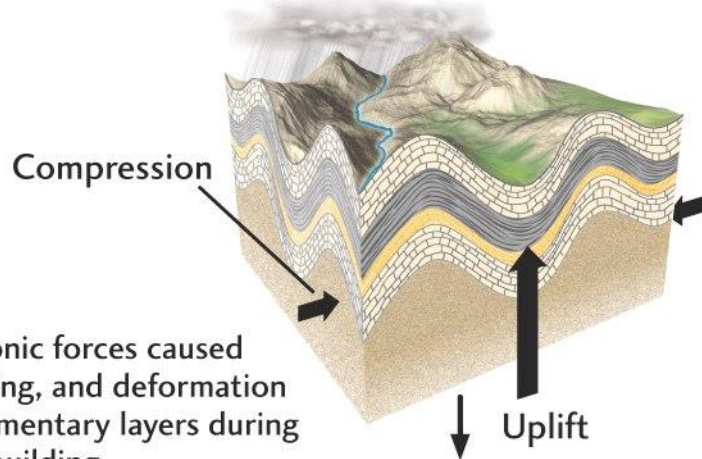
Princípio das relações intercortantes

- A geometria das rochas que permitem os geólogos definir unidades por ordem cronológica relativa.
- Utilizado para datação relativa.

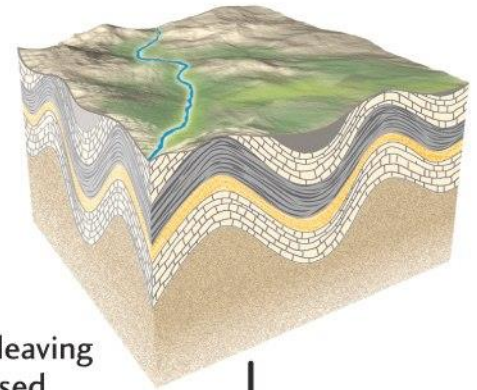
TIME 1
Beneath the sea,
sediments accumulated in beds.



TIME 2
Later, tectonic forces caused
uplift, folding, and deformation
of the sedimentary layers during
mountain building.



TIME 3
Erosion stripped away the
tops of the folded layers, leaving
an uneven plain with exposed
portions of several folded layers.



TIME 4
Subsidence below the sea
allowed new sediments to be
deposited on the former
erosion surfaces. The surface
where the folded layers and the
new sediments meet is preserved
as an angular unconformity.

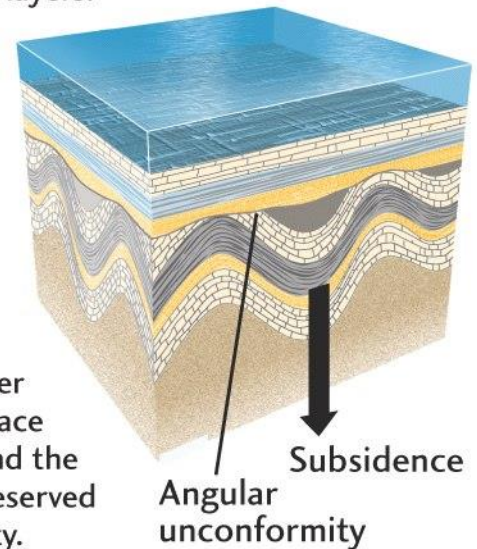
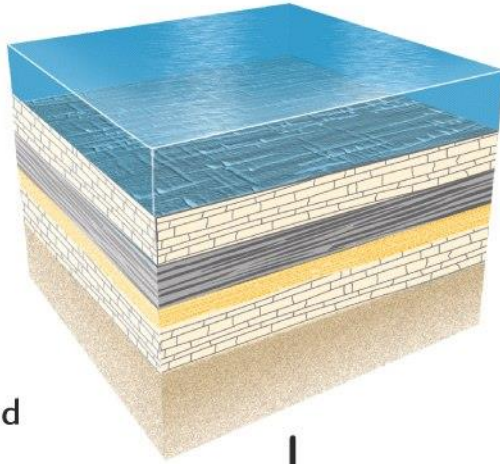
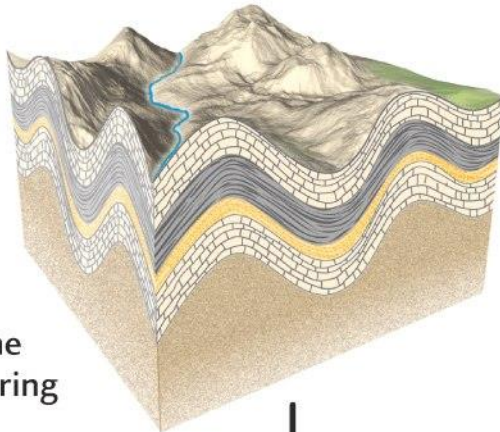


Fig. 10.8

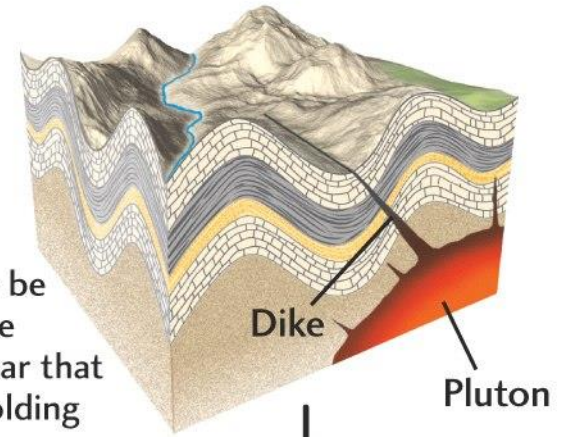
TIME 1
Beneath the sea,
sediments accumulated
in beds.



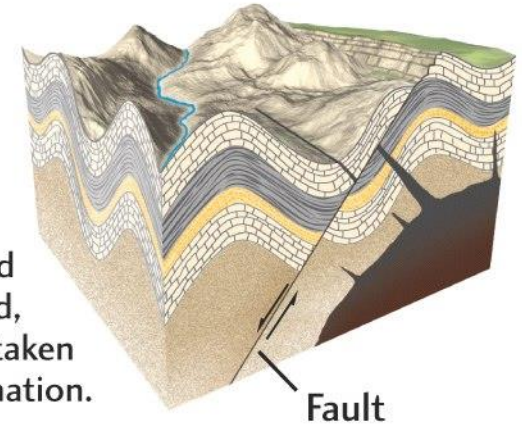
TIME 2
Later, tectonic forces
caused uplift, folding,
and deformation of the
sedimentary layers during
mountain building.



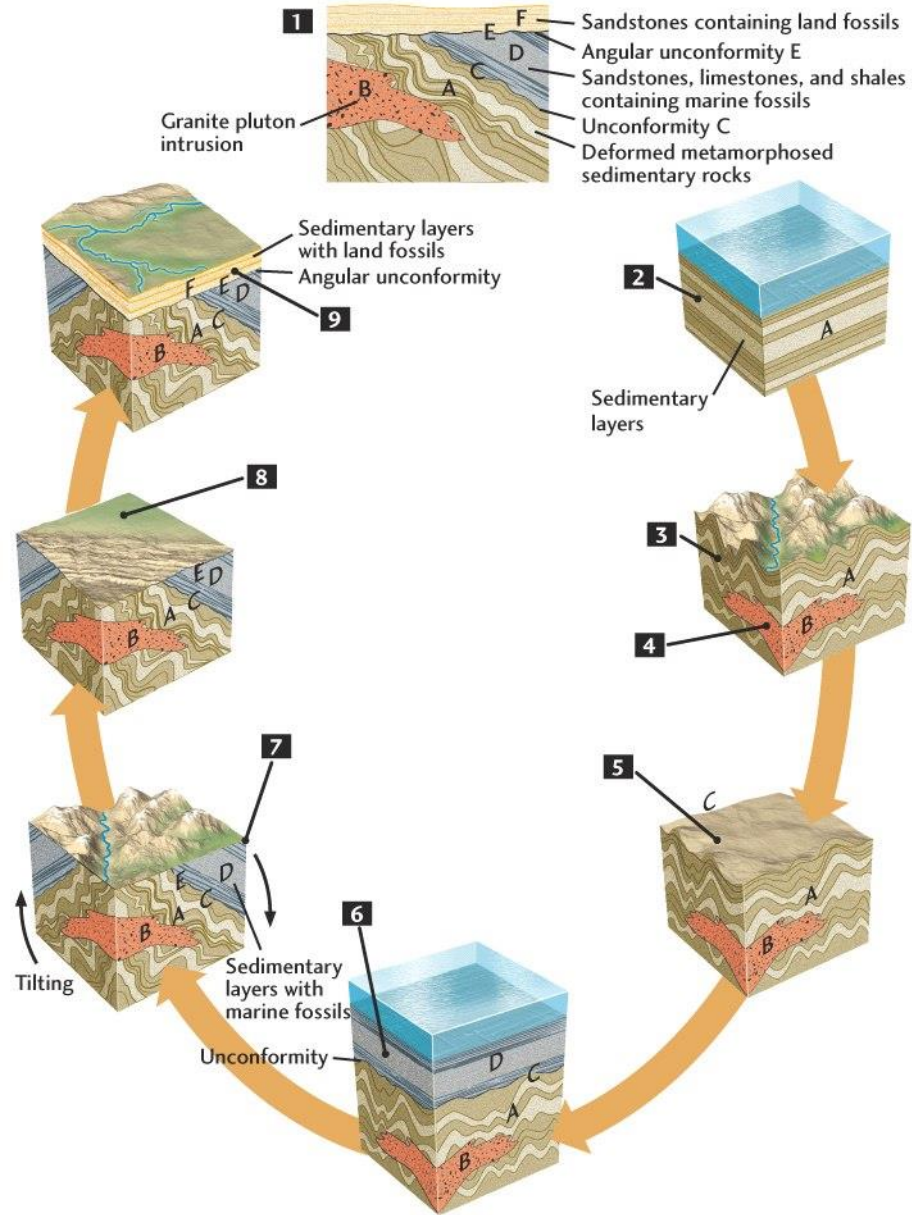
TIME 3
A dike from molten
magma intruded
the folded layers,
cutting across them.
Because the dike can be
seen to cut across the
folded layers, it is clear that
sedimentation and folding
preceded the intrusion.



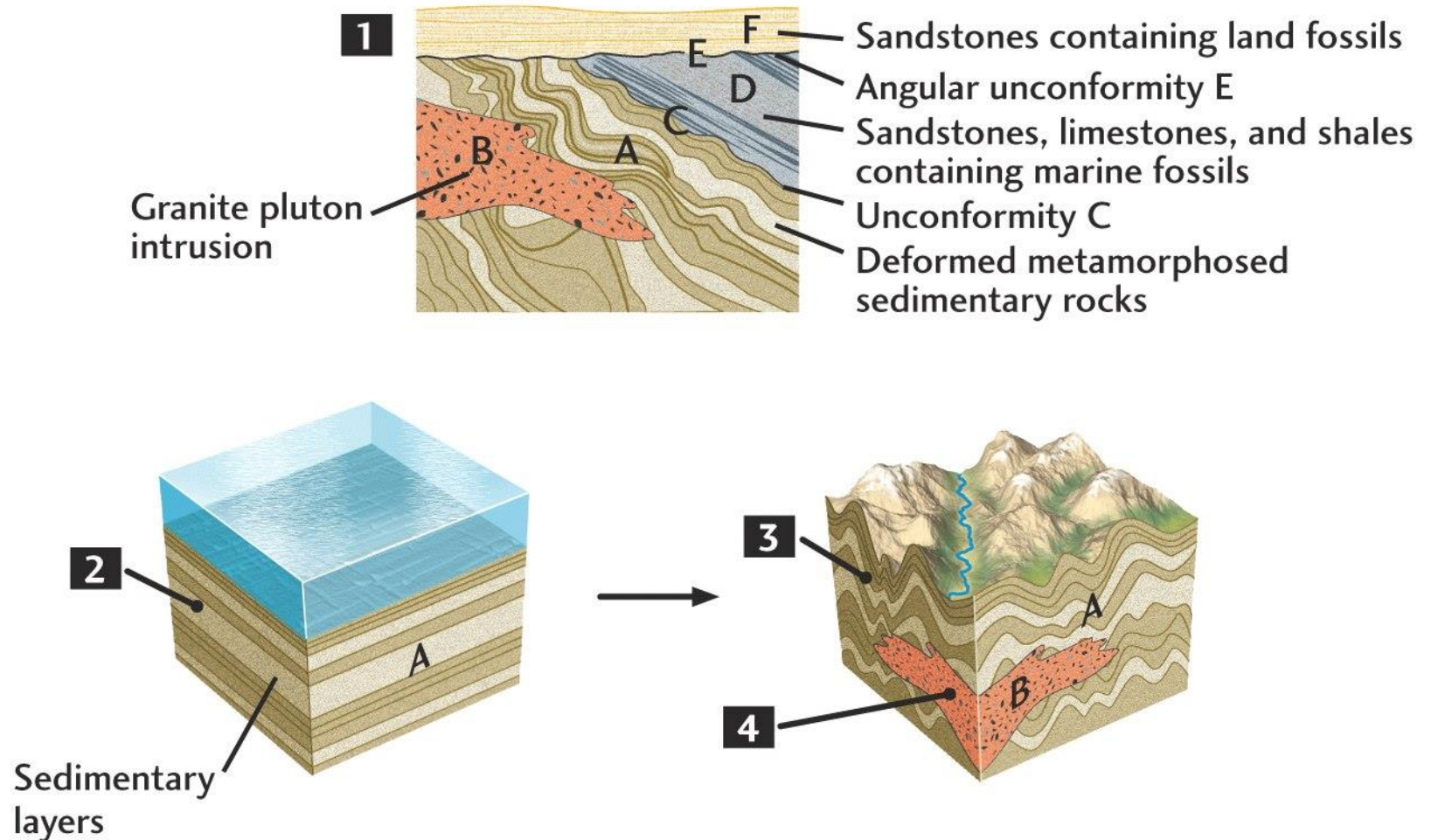
TIME 4
Faulting displaced
the layers and the
intruding dike.
Because both the
sedimentary beds and
the dike are displaced,
faulting had to have taken
place after their formation.



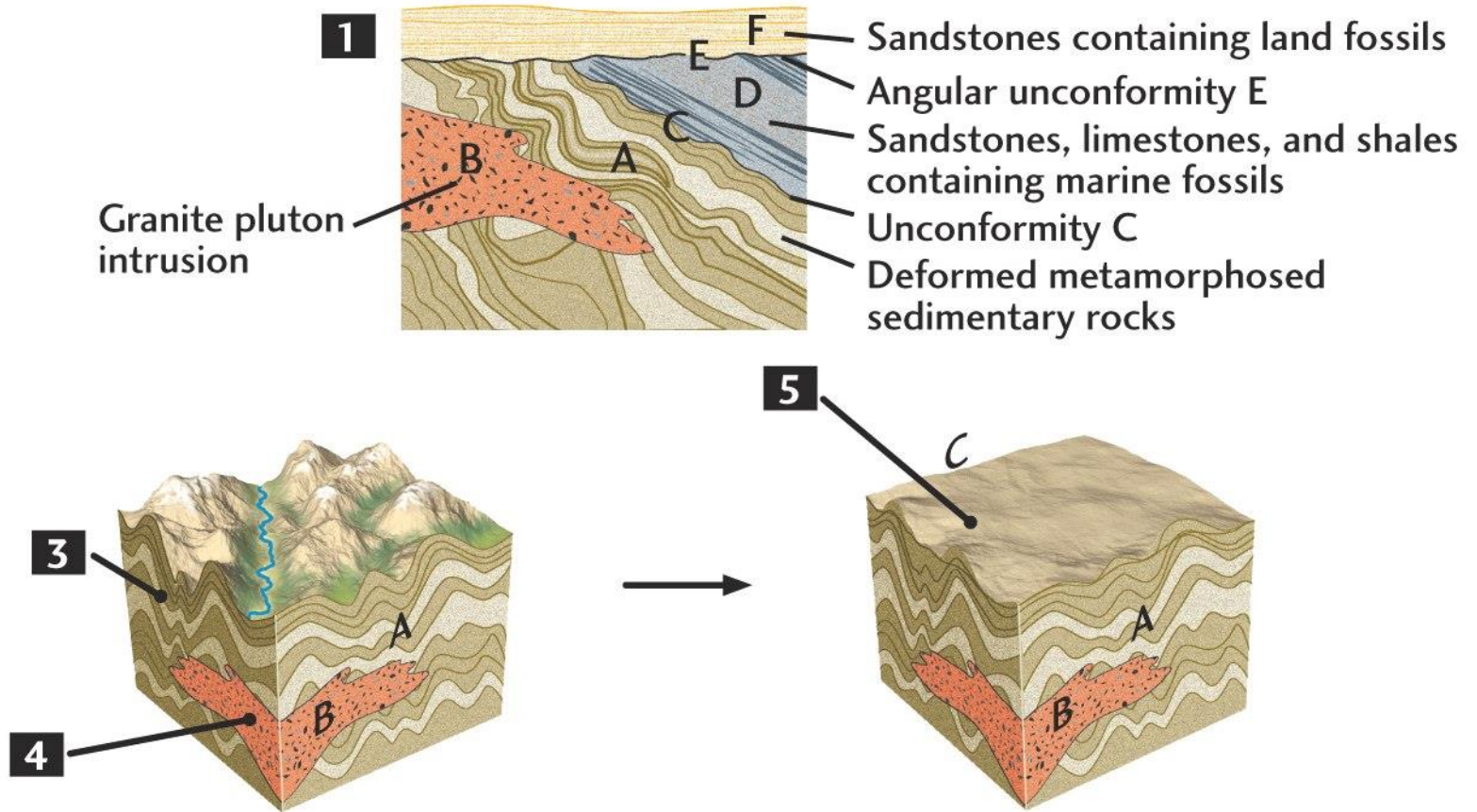
GEOLOGISTS USE CROSS-CUTTING RELATIONSHIPS TO ESTABLISH A RELATIVE CHRONOLOGY



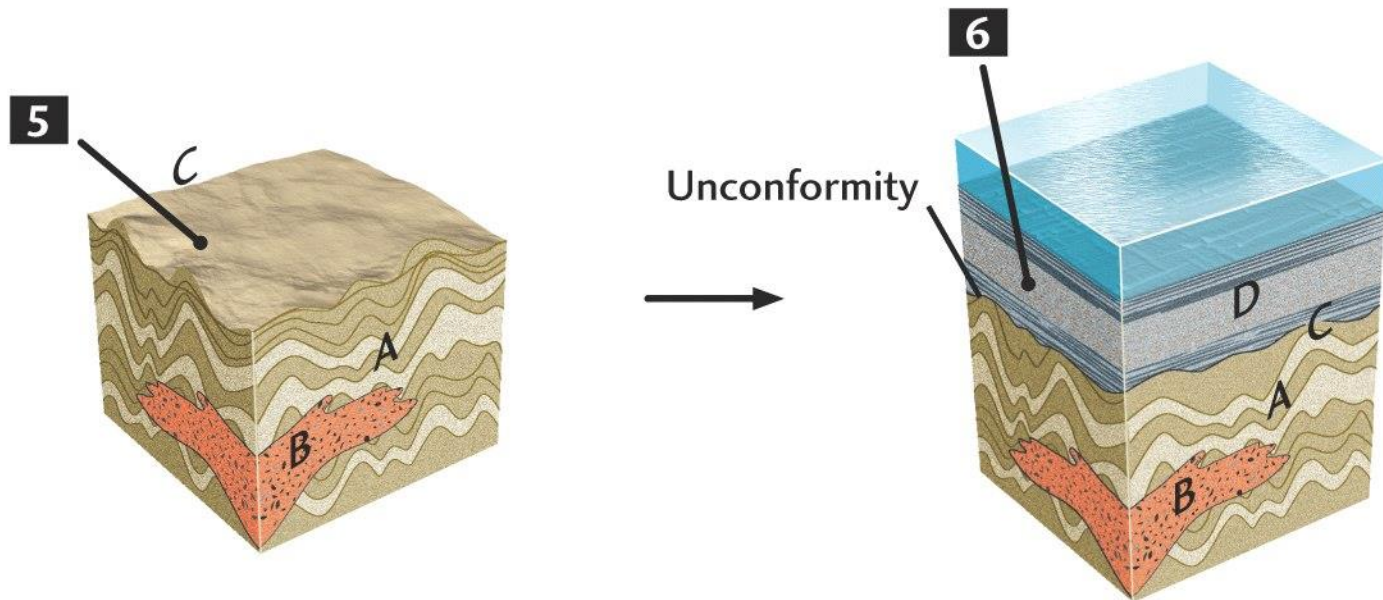
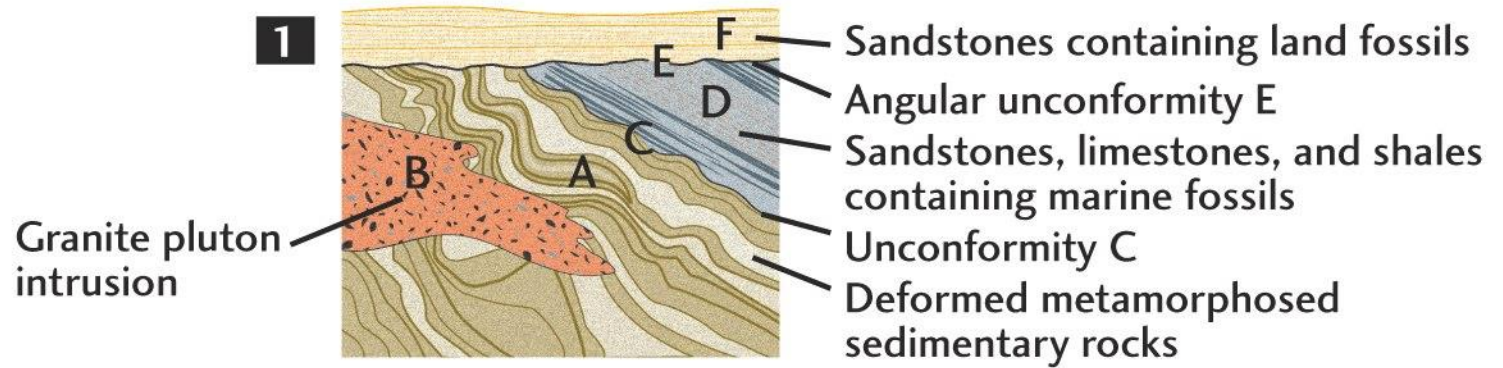
GEOLOGISTS USE CROSS-CUTTING RELATIONSHIPS TO ESTABLISH A RELATIVE CHRONOLOGY



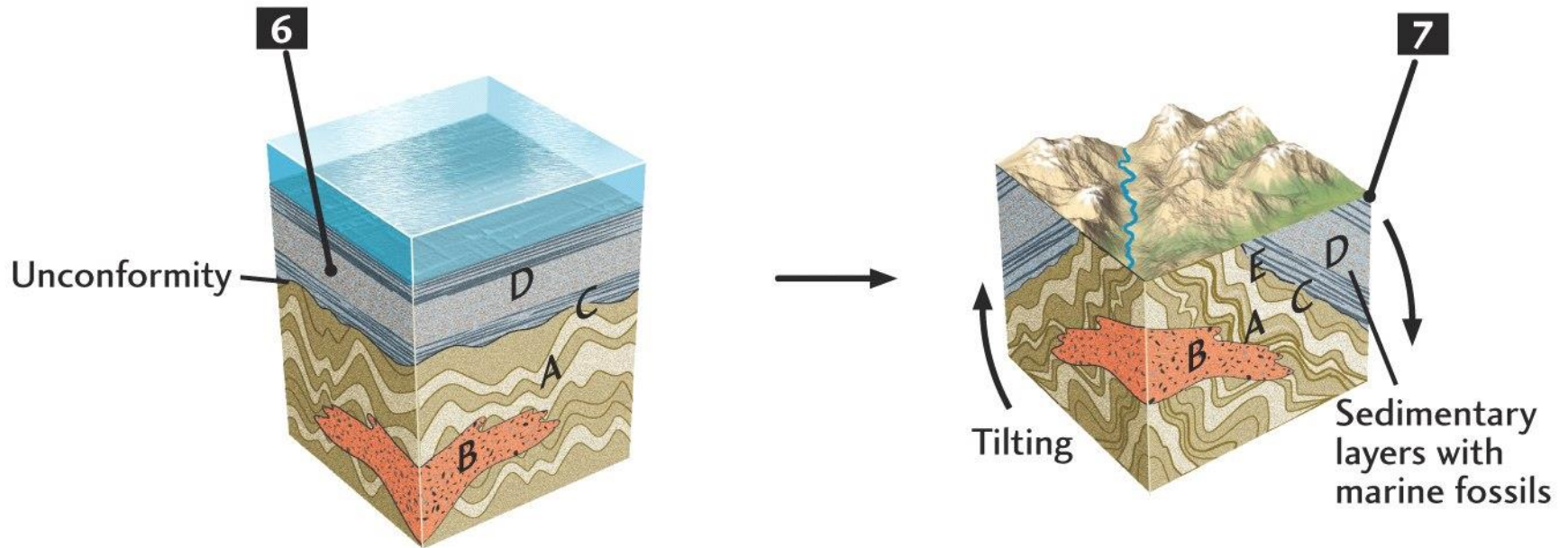
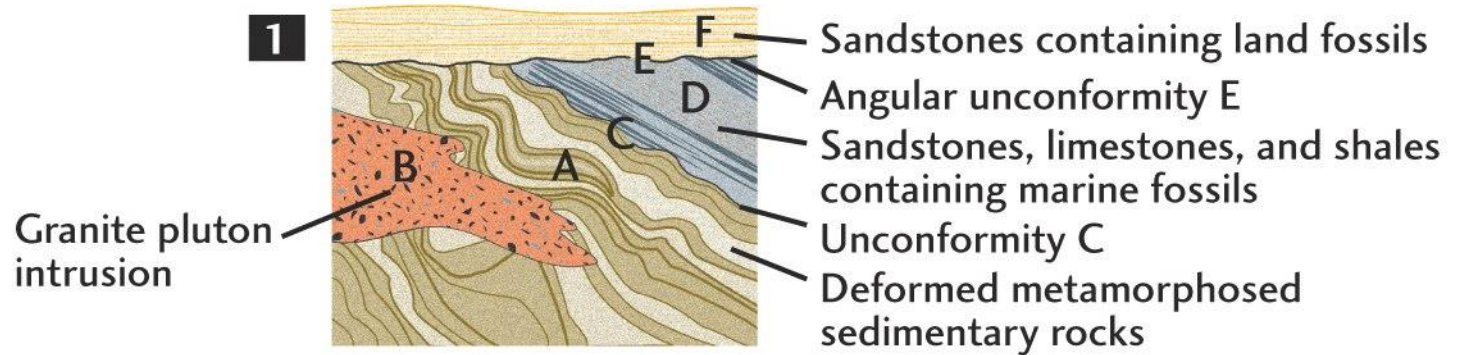
GEOLOGISTS USE CROSS-CUTTING RELATIONSHIPS TO ESTABLISH A RELATIVE CHRONOLOGY



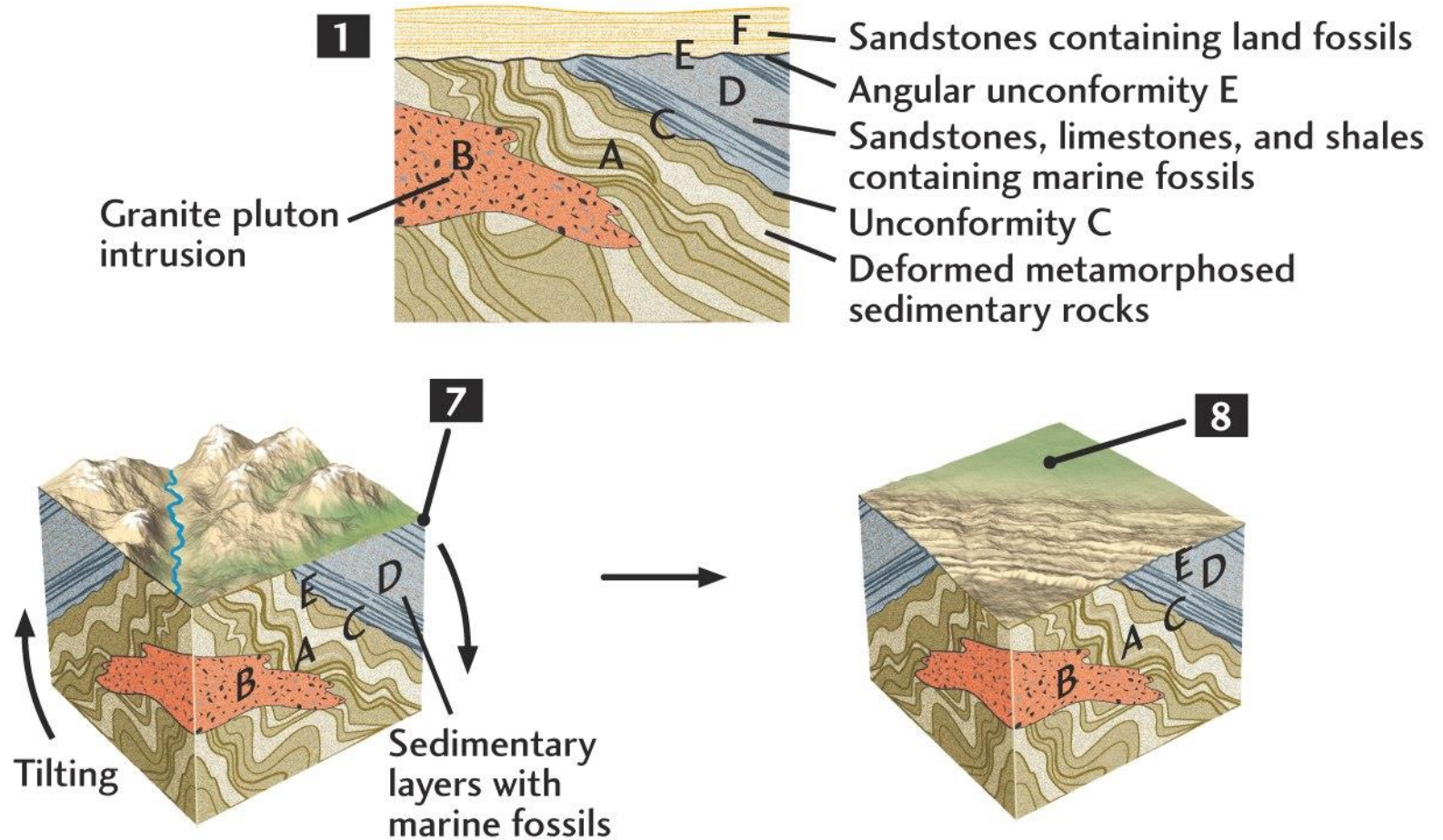
GEOLOGISTS USE CROSS-CUTTING RELATIONSHIPS TO ESTABLISH A RELATIVE CHRONOLOGY



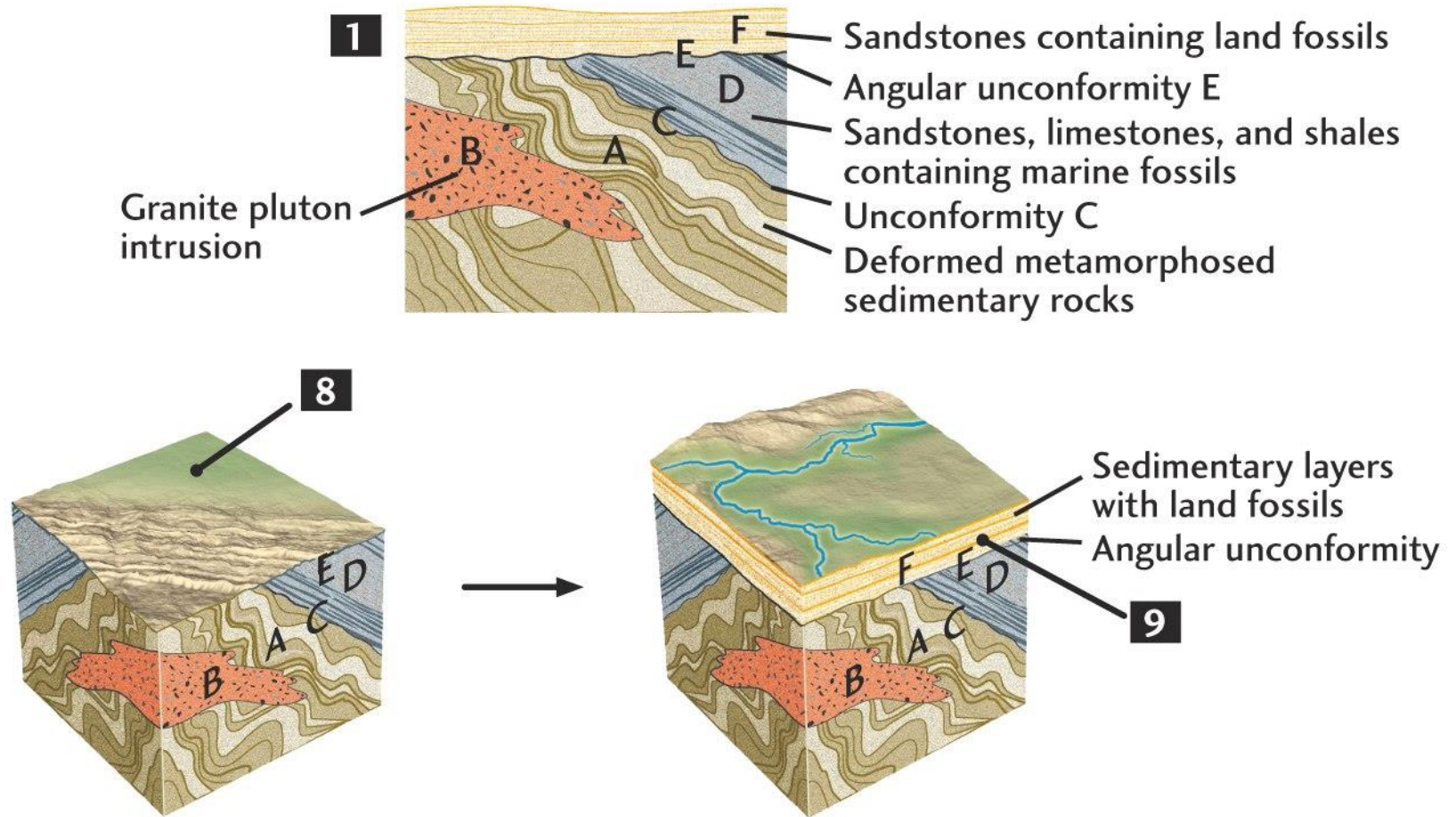
GEOLOGISTS USE CROSS-CUTTING RELATIONSHIPS TO ESTABLISH A RELATIVE CHRONOLOGY



GEOLOGISTS USE CROSS-CUTTING RELATIONSHIPS TO ESTABLISH A RELATIVE CHRONOLOGY



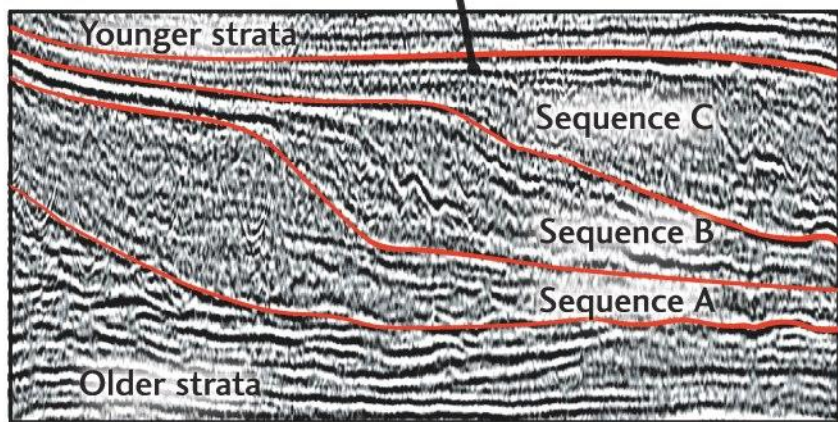
GEOLOGISTS USE CROSS-CUTTING RELATIONSHIPS TO ESTABLISH A RELATIVE CHRONOLOGY



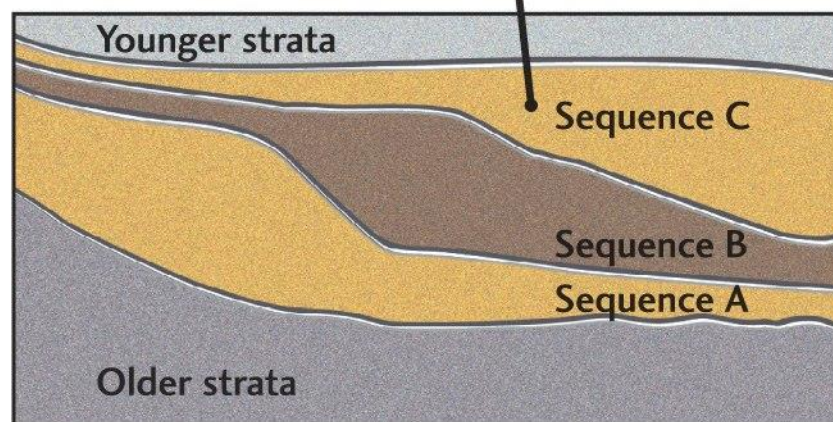
Estratigrafia de Sequências

- **Análise estratigráfica em que ciclos deposicionais são definidos por sequências (conjunto de estratos sedimentares) separados por discordâncias.**
- **Melhor estudado através de dados sísmicos.**

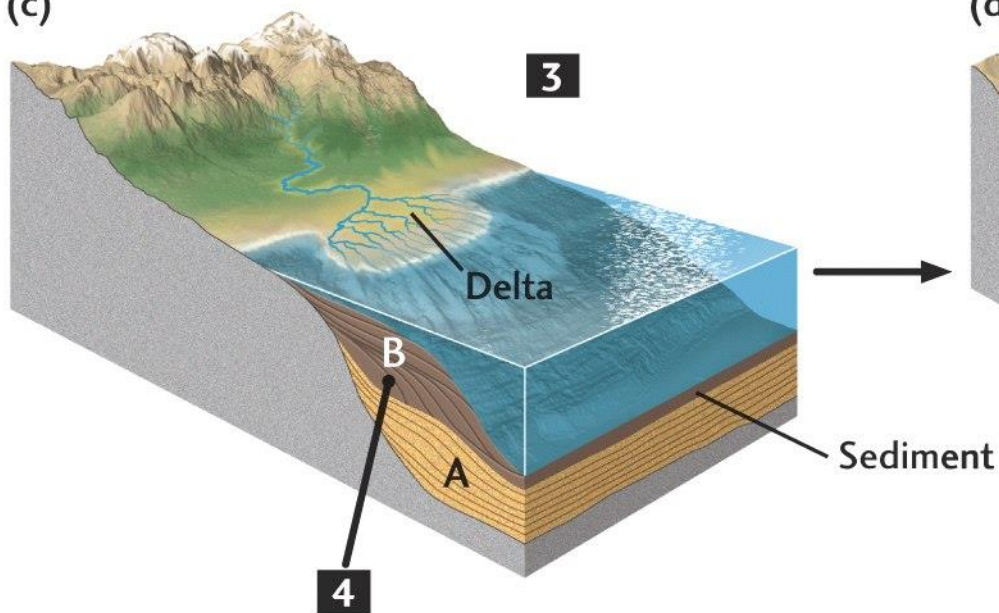
(a) Seismic profile



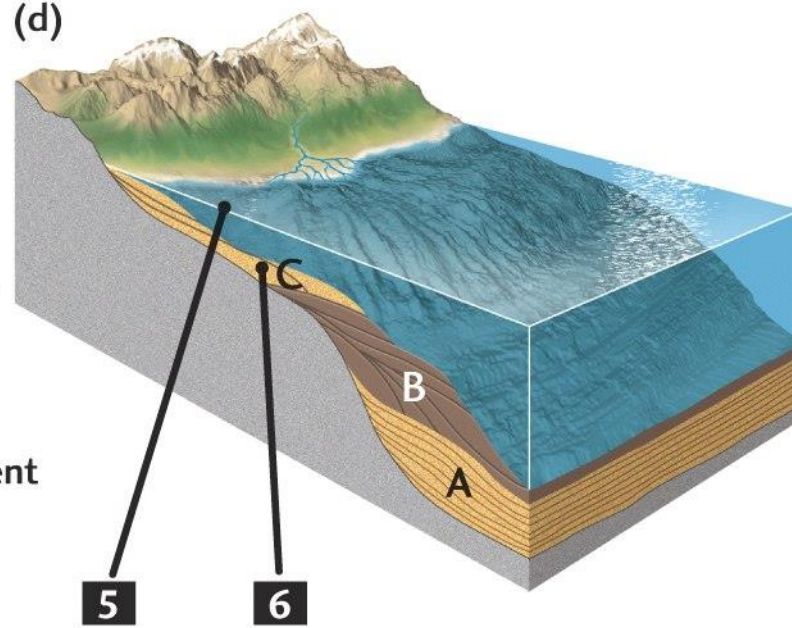
(b) Seismic sequence



(c)



(d)



O Tempo Geológico

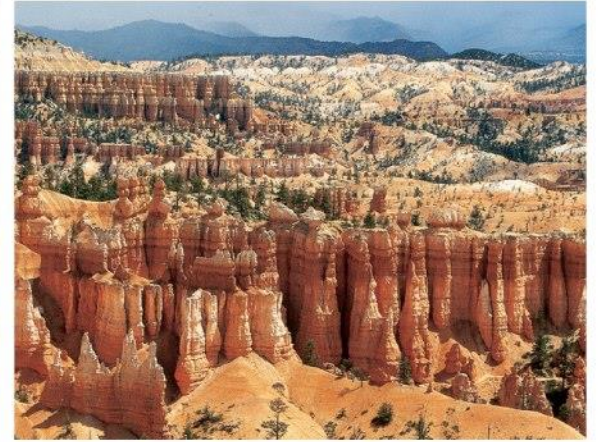
**Divisões na coluna estratigráfica
mundialmente convencionada
baseada nas variações da ocorrência
de fósseis.**



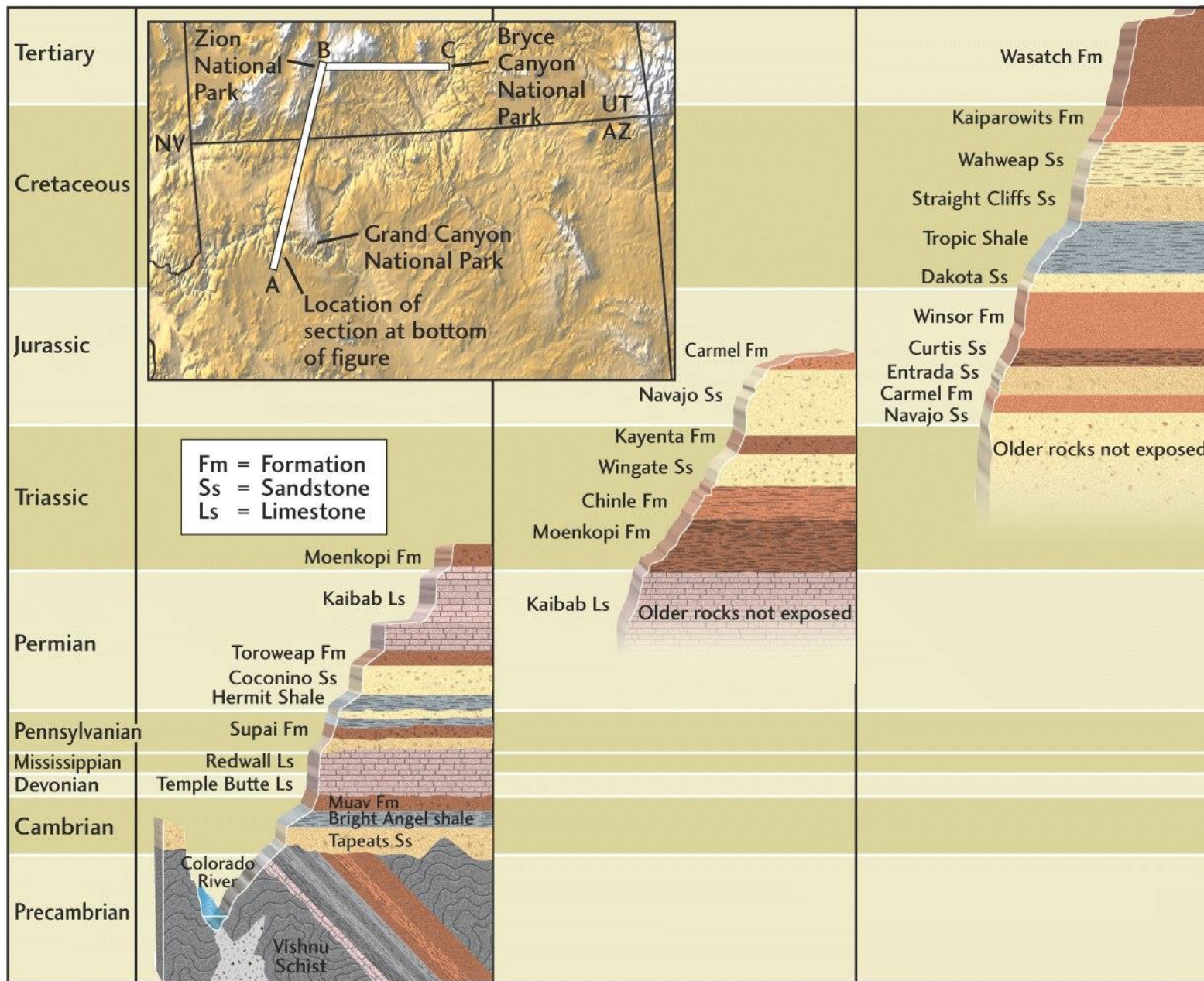
Grand Canyon National Park

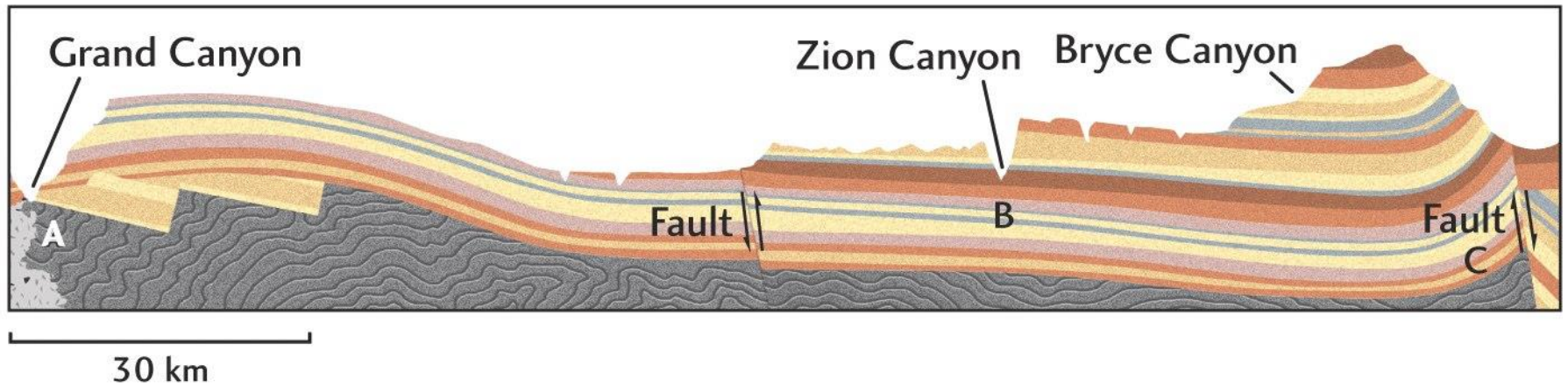


Zion National Park



Bryce Canyon National Park





Datação absoluta

- **Serve para determinar precisamente a coluna estratigráfica.**
- **É fundamentada no decaimento radioativo de alguns elementos químicos.**

Isótopos

Átomos de elementos com mesmo número de prótons e variado número de nêutrons.

Exemplos:

^{235}U , ^{238}U

^{87}Sr , ^{86}Sr

^{14}C , ^{12}C

Datação Radiogênica

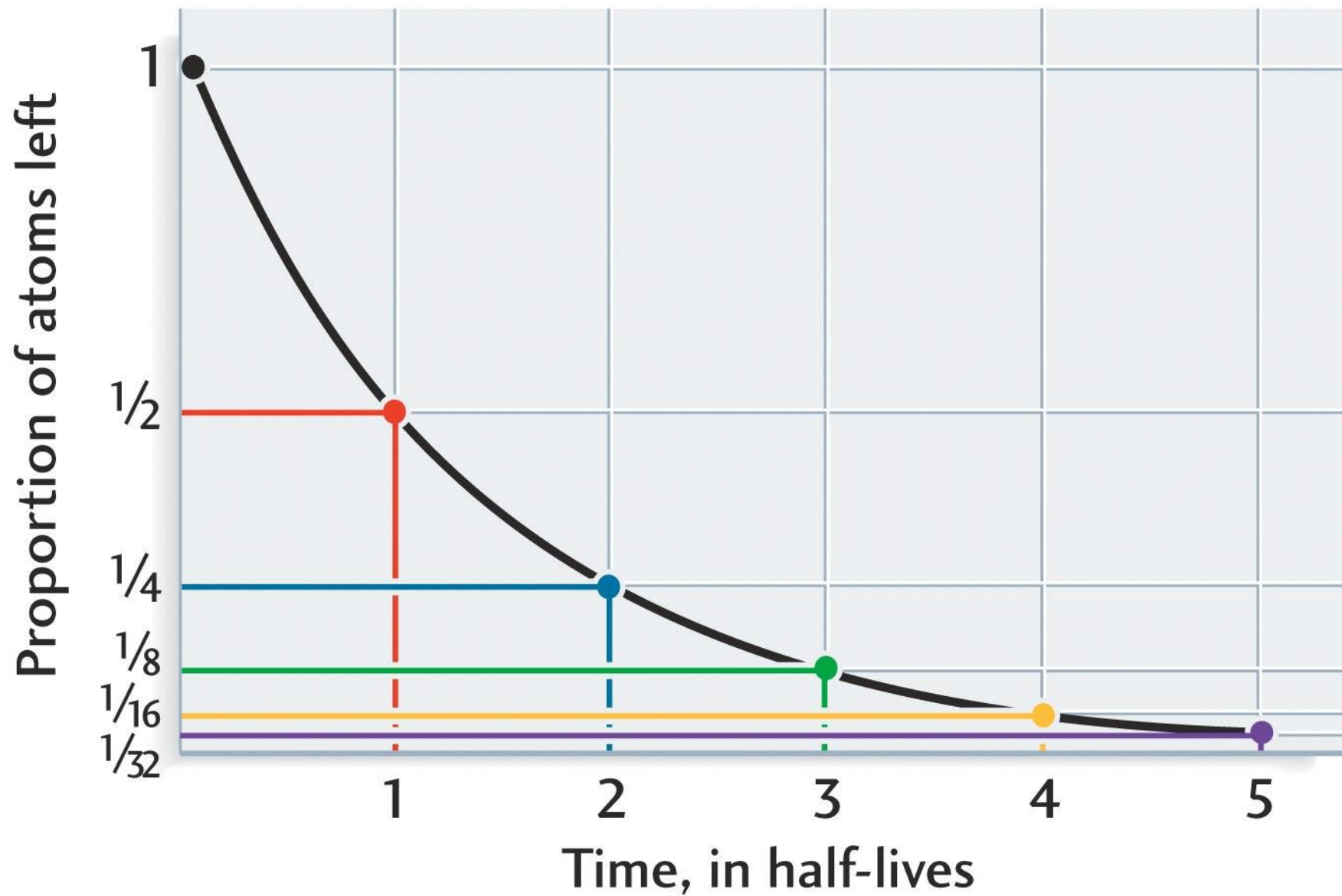
- **Elementos radioativos (pais) decaem para estáveis, não radioativos (filhos)**
- **A taxa em que o decaimento ocorre é constante e conhecida**
- **Se conhecemos a taxa de decaimento e a quantidade presente de elementos pais e filhos, poderemos calcular quanto tempo levou na produção de elementos filhos.**

Crêterios para Datação Radiogênica

- **Sistema Fechado**
- **Concentração inicial do filho   conhecida (zero   a melhor)**

Meia-Vida

A meia vida de um isótopo radiogênico é definida como o tempo necessário para decaimento da $\frac{1}{2}$ dos isótopos radiogênicos.



Utilidade Geológica

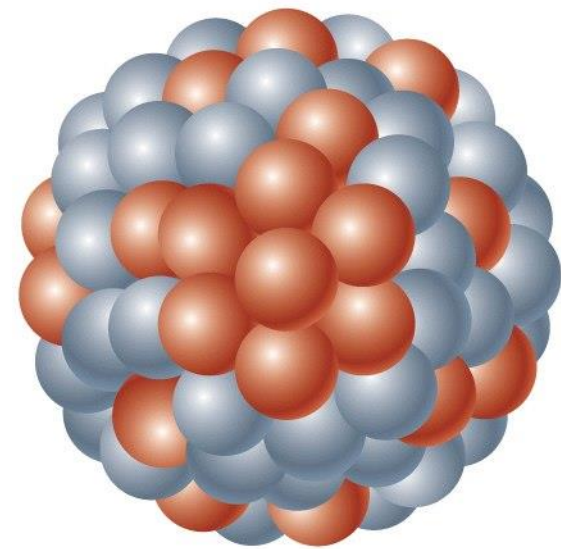
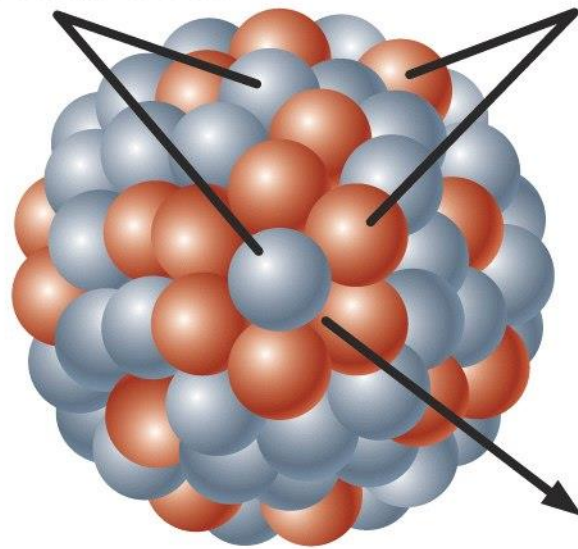
pais	filhos	meia-vida (anos)
^{235}U	^{207}Pb	4.50×10^9
^{238}U	^{206}Pb	0.71×10^9
^{40}K	^{40}Ar	1.25×10^9
^{87}Rb	^{87}Sr	47.0×10^9
^{14}C	^{14}N	5730

Rubidium-87 nucleus

Strontium-87 nucleus

Neutrons

Protons



• Electron

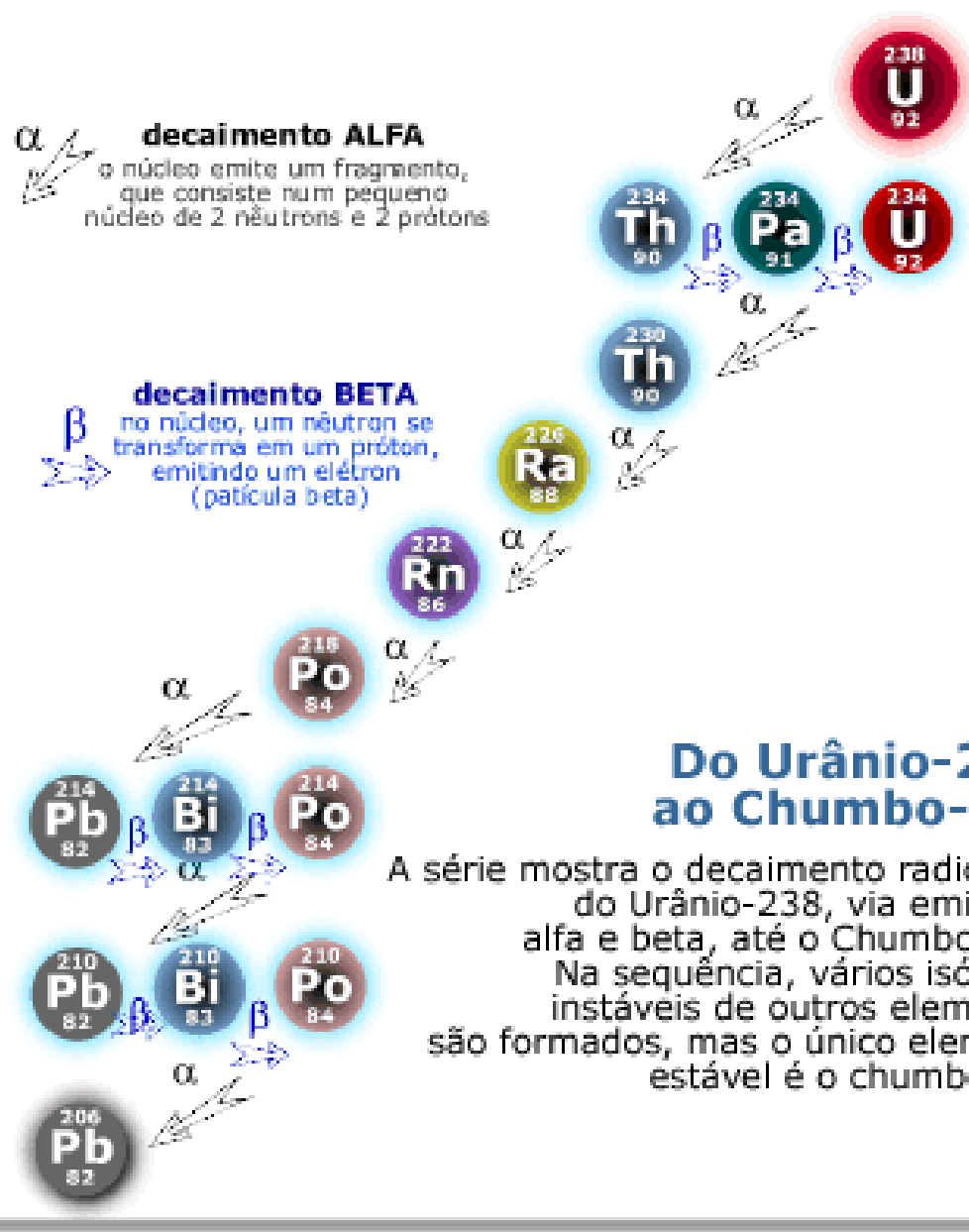
Problemas no uso da radiodatação

- As análises necessitam ser muito precisas
- Equipamentos e procedimentos custosos
- Nem sempre o átomo pai decai diretamente para o átomo filho estável. O U^{238} possui 13 intermediários instáveis
- Nem todas as rochas podem ser datadas
- Problemas maiores com rochas sedimentares e menores com metamórficas. As ígneas costumam ser bem datadas
- Datação em função de uma intrusão magmática

Massa Atômica, A

α **decaimento ALFA**
o núcleo emite um fragmento,
que consiste num pequeno
núcleo de 2 nêutrons e 2 prótons

β **decaimento BETA**
no núcleo, um nêutron se
transforma em um próton,
emitindo um elétron
(partícula beta)



Do Urânio-238 ao Chumbo-206

A série mostra o decaimento radioativo do Urânio-238, via emissões alfa e beta, até o Chumbo-206. Na sequência, vários isótopos instáveis de outros elementos são formados, mas o único elemento estável é o chumbo-206.

Número Atômico, Z

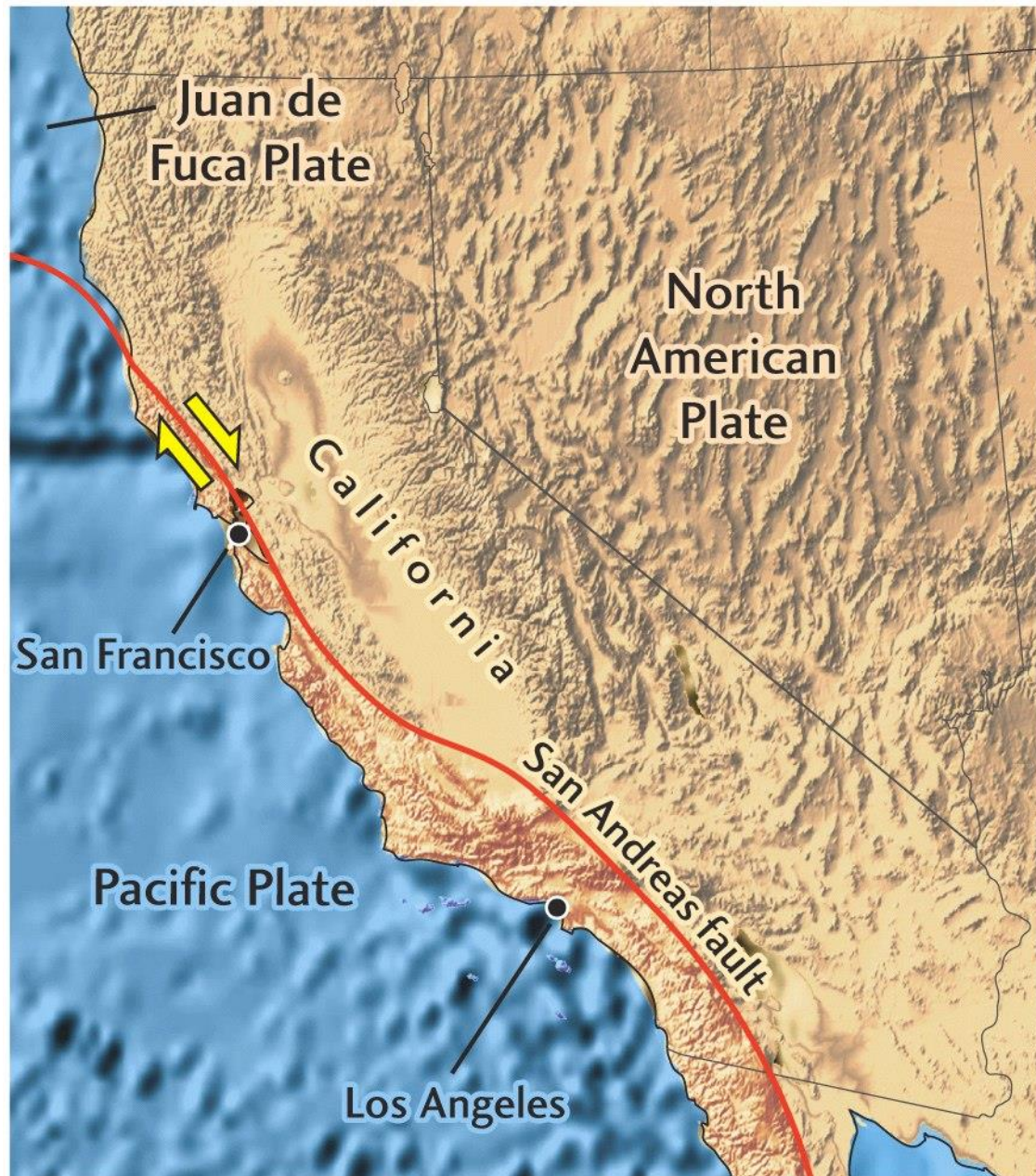
Table 10.1

Major Radioactive Elements Used in Radiometric Dating

Isotopes		Half-Life of Parent (years)	Effective Dating Range (years)	Minerals and Materials That Can Be Dated
Parent	Daughter			
Uranium-238	Lead-206	0.7 billion	10 million– 4.6 billion	Zircon Apatite
Uranium-235	Lead-207	4.5 billion	10 million– 4.6 billion	Zircon Apatite
Potassium-40	Argon-40	1.3 billion	50,000– 4.6 billion	Muscovite Biotite Hornblende
Rubidium-87	Strontium-87	47 billion	10 million– 4.6 billion	Muscovite Biotite Potassium feldspar
Carbon-14	Nitrogen-14	5730	100–70,000	Wood, charcoal, peat Bone and tissue Shell and other calcium carbonate Groundwater, ocean water, and glacier ice containing dissolved carbon dioxide

Medida direta dos Processos Geológicos

já é possível através de Sistema de posicionamento global (GPS), que permite medidas de deslocamento de placas, com precisão de ± 1 mm/ano.



A: conglomerado, B: arenito, C: dolomito, D: arenito, E: folhelho, F: arenito, G: folhelho, H: calcário, J: arenito, K: superfície atual, X: dique, Y: dique, Z: stock granítico

