

# TEMPO GEOLÓGICO

A noção de **tempo** em Geociências é um conceito fundamental ...

e a **idade da Terra** uma questão central.

Característica/ Dimensão do tempo	Unidade de Tempo	Evento
Unidade de tempo para a última semana	Dia	Festa Junina dia 24 de julho de 2019
Unidade de tempo para o último século	Ano	Dia em que eu nasci – 25 de abril de 1959
Unidade de tempo para o estudo da civilização romana	Século	27 a.C., Otaviano recebeu o título de Augusto, e em seu reinado acabou com um século de conflitos e iniciou um período de 200 anos de paz e prosperidade, a chamada Pax Romana. Data convencionada pelos historiadores como início do Império Romano Ano 33 d.C. - morre Jesus Cristo em Jerusalém, crucificado
Unidade de tempo para o estudo da Pré-história	Milhares de anos	2,5 milhões de anos surge o gênero Homo, <i>Homo habilis</i> na África oriental, que começam a usar ferramentas de pedra totalmente feitas por eles
Unidade de Tempo no domínio da Geologia	Milhões de anos (M.a.)	150 M.a. atrás tem início a formação do Oceano Atlântico, que conduziu à separação entre a América do Sul e a África

## Concepções iniciais da idade da Terra e o princípio da Geologia

a ideia de que a Terra poderia ser extremamente antiga só emergiu recentemente, e dois grandes eventos científicos da Humanidade promoveram esta mudança de ver o mundo: **Iluminismo (séc. XVII e XVIII)** e a

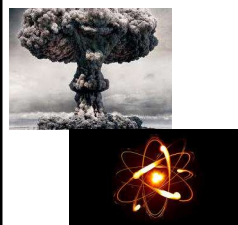
**Revolução Industrial (séc. XVII e XIX)**

O judaísmo pré-cristão concebia a Terra como tendo apenas poucos milhares de anos.



## O TEMPO em Geociências (Geologia) tem uma dimensão diferente daquela habitualmente utilizada como escala de tempo para a sociedade humana

Química e Física – processos que ocorrem em frações de segundos

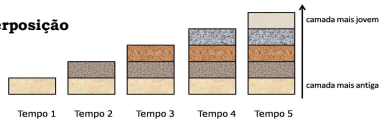


Geociências – processos que duram de milhares a milhões de anos



A Geologia só surgiu, como ciência, a partir dos séc. XVII e XVIII  
**Nils Stensen** → **Nicolau Steno (1638-1686)** estabeleceu três princípios que regem a organização de seqüências sedimentares:

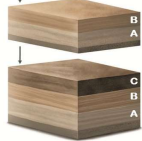
**- Superposição**



**Princípio da horizontalidade original**  
 Os sedimentos são depositados em camadas horizontais e assim serão mantidos se não houver deformação.



**Princípio da sobreposição dos estratos**  
 Numa sucessão de estratos depositados ao longo do tempo, cuja ordem não foi alterada, um estrato é mais antigo do que o estrato que o cobre e mais recente do que o estrato onde assenta.



**- Horizontalidade original**

**- Continuidade lateral**

**Princípio da sobreposição dos estratos**

**Princípio da identidade paleontológica**

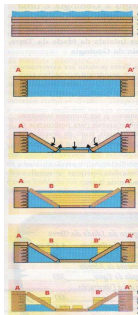
Estratos com a mesma idade: B-G e D-H-L

F = antigo que → E = antigo que → D = antigo que → C = antigo que → B = antigo que → A.

**A consolidação da Geologia como ciência**

Na segunda metade do séc. XVIII a Geologia foi submetida a uma interpretação baseada no relato bíblico da separação das águas durante a Criação: **o Dilúvio**

**Netunismo:** na segunda metade do século XVIII essa sub divisão foi interpretada como resultado do mar primordial; as rochas teriam se formado das águas desse mar. Para explicar a descida do mar, o mecanismo seria de compartimentos (cavernas) para onde a água teria migrado após o dilúvio.



**A consolidação da Geologia como ciência**

James Hutton (1726-1797) (séc. XVIII)

→ percebeu que a história da Terra era mais longa do que se pensava.

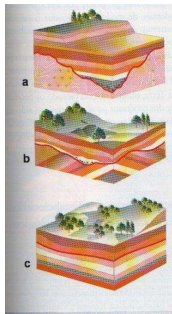
→ formulou a ideia de que o registro geológico podia ser explicado pelos mesmos processos que atuam hoje.

**Princípio de causas naturais**

*“Não há, mediante a análise dos processos geológicos, nenhum vestígio de começo e nenhuma perspectiva do fim”.*

Como resultado dos trabalhos de Hutton, hoje reconhece-se três tipos distintos de discordâncias:

- a) Não-conformidade
- b) Discordância angular
- c) Desconformidade



**“O presente é a chave do passado” – Uniformitarismo e Atualismo**

**Sir Charles Lyell (1797-1875) (séc. XVIII a XIX)**

- O presente seria a chave do passado, sendo o passado igual ao presente (inclusive em gênero e em intensidade dos processos atuantes na dinâmica interna e externa).
- Esta visão “dogmática” foi aperfeiçoada e é conhecida, e ensinada, hoje pelo nome de **Atualismo**.

**Mas qual será o relógio geológico, que permitiria que possamos saber as idades dos eventos e processos do Sistema Terra?**

Podemos utilizar dois “relógios” para obtermos as idades dos eventos:

Fósseis e Rochas

**Datação relativa** – método que avalia a idade das formações geológicas uma em relação as outras, a partir da posição dessas formações e averiguando a existência de fósseis

**Datação absoluta** – método que avalia a idade das formações geológicas a partir de referências numéricas (M.a.), utilizando complexas tecnologias e análises laboratoriais de amostras de rochas que se pretende datar.

The diagram shows three children on a playground. Callouts indicate their ages: 'Eu sou a mais nova de nós três' (I am the youngest of us three), 'Eu tenho 7 anos' (I am 7 years old), 'Eu sou o mais velho dos três' (I am the oldest of the three), and 'Eu tenho 5 anos' (I am 5 years old). A callout for the youngest child says 'Eu tenho 4 anos' (I am 4 years old). Another callout says 'Eu sou mais velho que ela e mais novo do que ele' (I am older than her and younger than him). A green callout labeled 'IDADE RELATIVA' (Relative Age) points to the children's relative positions, and a red callout labeled 'IDADE ABSOLUTA' (Absolute Age) points to their specific ages.

**Datação Relativa e o Estabelecimento da Escala de Tempo Geológico**

**Fósseis e idades relativas**

→ Com o progresso do pensamento científico os fósseis, antes erroneamente interpretados, passaram a ser analisados sob um novo prisma.

# **William Smith** (1769-1839) → primeiro mapa geológico da Grã-Bretanha.

# **G. Cuvier** (1769-1832) e **A. Brongniart** (1770-1847) → constataram a existência de uma **correlação fossilífera ou bioestratigráfica** entre diversas seqüências rochosas.

**Datação Relativa e o Estabelecimento da Escala de Tempo Geológico**

► **Bioestratigrafia**

→ parte da geologia que trata da datação e da correlação de rochas por meio de fósseis.

→ cada planta ou animal não viveu durante todo o tempo geológico.

→ alguns surgiram e se adaptaram às condições ambientais e chegaram até os dias de hoje.

→ se a amplitude de um fóssil é curta, sua presença na rocha fornece uma datação precisa.

**Datação Relativa e o Estabelecimento da Escala de Tempo Geológico**

► **Bioestratigrafia**

The diagram shows four rock profiles (A, B, C, D) with different fossil layers. Profile A has layers of Conglomerado, Margá, Andesito, Lutita, and Caliza. Profile B has layers of Conglomerado, Margá, Andesito, Lutita, and Caliza. Profile C has layers of Conglomerado, Margá, Andesito, Lutita, and Caliza. Profile D has layers of Conglomerado, Margá, Andesito, Lutita, and Caliza. A scale at the bottom indicates 0, 20 km, 40 km, and 80 km. An arrow on the right indicates 'antigo' (old) at the bottom and 'joven' (young) at the top.



## Princípios e Métodos Modernos da Datação Absoluta

Decaimento radioativo e a datação Absoluta

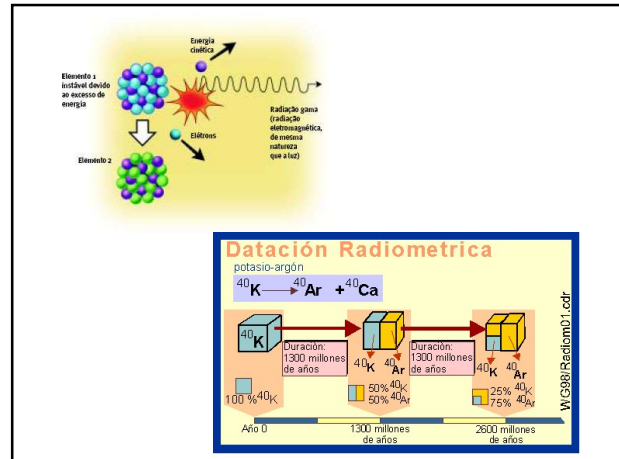
→ método utilizado para determinar a duração de tempo real de cada acontecimento geológico e a idade da Terra.

### Pioneiros:

# Piérre e Marie Currie → descobriram e estudaram a radioatividade emitida pelo rádio (Ra) e o urânio (U);

# Rutherford (1905) → vislumbrou a possibilidade da idade de um mineral de urânio ser estimada a partir da quantidade de chumbo formada e acumulada;

# Boltwood (1907) e Holmes (1911) → mostraram que a radioatividade pode ser usada para a datação de rochas.



## Princípios e Métodos Modernos da Datação Absoluta

### Método Radiocarbônico (C-14)

→ foi criado na década de 50 por W. Libby.

→ é um isótopo radioativo que ocorre normalmente na atmosfera e nos seres vivos.

→ sua meia-vida é de cerca de 5.730 anos.

→ esse método só pode ser utilizado para o Quaternário.

→ muito importante no estabelecimento cronológico de eventos geomorfológicos e arqueológicos recentes.

## Princípios e Métodos Modernos da Datação Absoluta

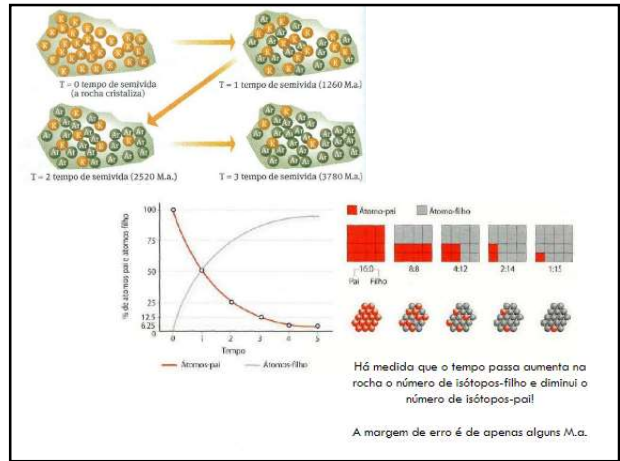
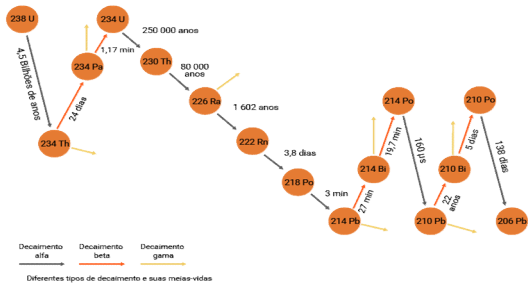
### Método da Série de Urânio

- Elemento de meia-vida longa.
- Método utilizado na datação das rochas mais antigas conhecidas na Terra.
- Satisfatoriamente utilizado na datação de granitóides lunares.
- Seu erro de medida é sempre da ordem de milhões de anos (o que impede que este método seja aplicado na datação de eventos geológicos recentes).

# Princípios e Métodos Modernos da Datação Absoluta

## Método da Série de Urânio

URÂNIO - 238 - CADEIA DE DECAIMENTO RADIOATIVO



Isótopos

Atomo-pai

Atomo-filho

Semi-vidas

Na altura em que a rocha se formou, os isótopos foram incorporados nos minerais e, neste momento inicial, apenas existiam isótopos-pai e nenhum isótopos-filho!

O que inferir quando a quantidade de isótopos-filho e isótopos-pai é igual?

Passou um período de semi-vidas!

O que inferir quando a quantidade de isótopos-filho é 3 vezes superior à quantidade de isótopos-pai?

Passaram dois períodos de semi-vidas!

**As rochas estão constantemente a ser recicladas e transformadas noutras – é impossível datá-las por completo!**

O melhor que há a fazer é combinar todos os métodos de datação para que se consiga elaborar um calendário da história da Terra! Em locais onde ocorram afloramentos com mais do que um tipo de rocha, podem-se datar as rochas magmáticas por datação absoluta e, em seguida, estabelecer uma equivalência com os restantes fenómenos geológicos que se encontram representados no gráfico em estudo.