

**LABGESOL**  
**Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Solos**

# **Geologia**

## **Aula 1 – Estruturando um Planeta**

**PROF. DR CARLOS AUGUSTO MACHADO**  
**CURSO DE GEOGRAFIA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**

A Geologia é a ciência que estuda a Terra: como formou, como evoluiu, como funciona e como podemos ajudar a preservar os habitats que sustentam a vida.

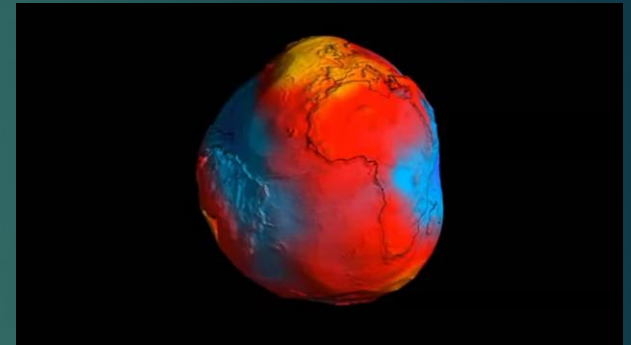
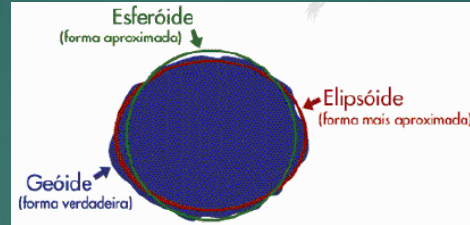
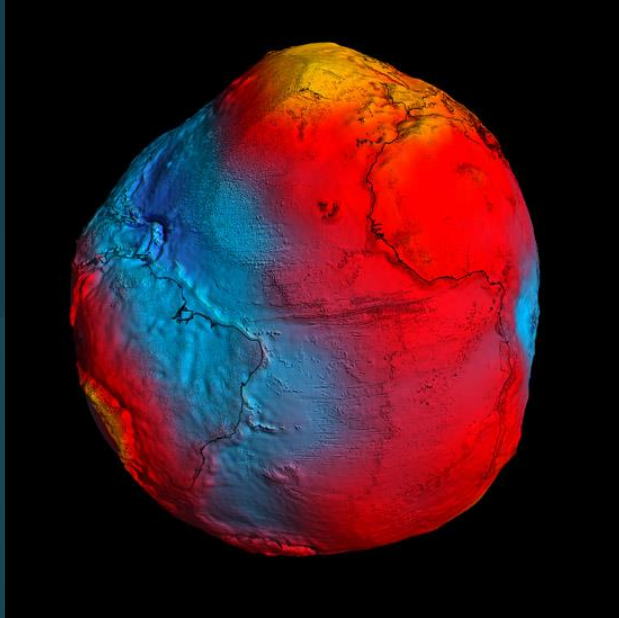
### Ferramentas para estudar o planeta Terra

- Trabalho de campo com análise das formações rochosas e coleta de materiais
- Análise laboratorial: análise química e física das rochas
  - Métodos sismológicos
  - Análise de imagens de satélite

# GEOLOGIA

## Aula 1 – Estruturando a Terra

### Geóide : a forma da Terra



## **O método científico**

O objetivo de toda ciência é explicar como o Universo funciona. O **método científico**, que todo cientista adota, é um plano geral de pesquisa baseado em observações metodológicas e experimentos.

Um modelo científico é a representação de algum aspecto da natureza com base em um conjunto de hipóteses.

A comparação entre as previsões do modelo e as observações feitas é uma maneira eficaz de testar se as hipóteses discutidas pelo modelo são mutuamente consistentes com ele.

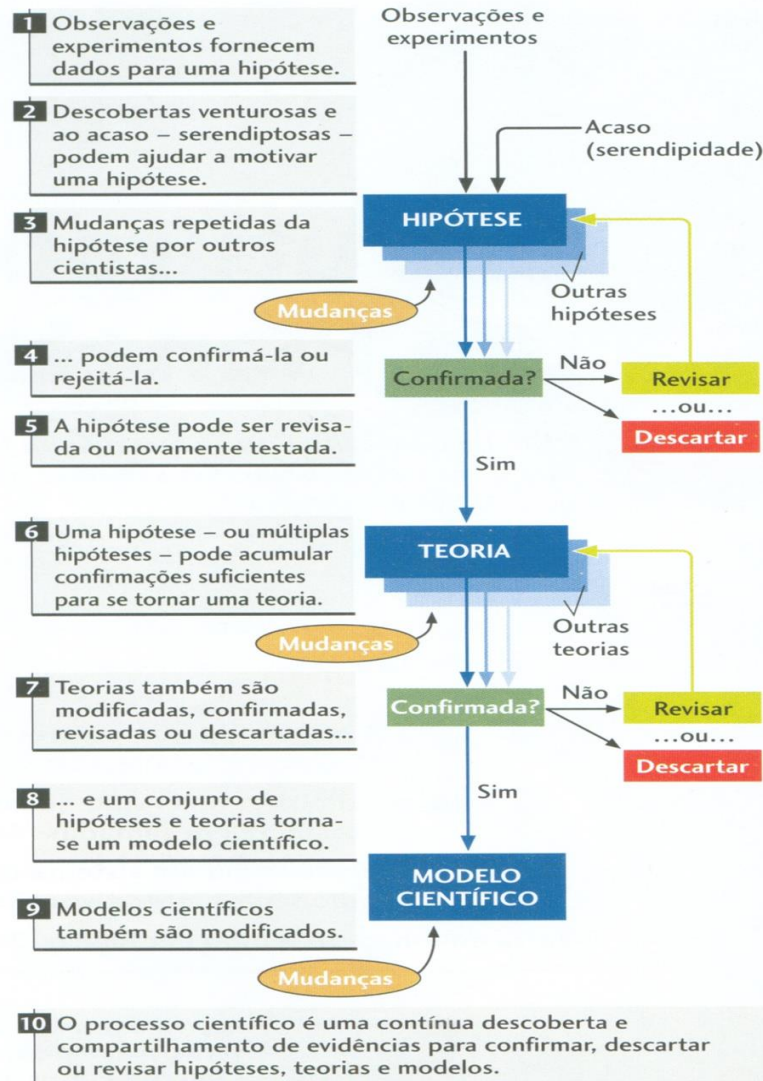


Figura 1.1 Um esboço do método científico.

## 2. As teorias e as práticas modernas da Geologia

Como em muitas outras, a Geologia depende de experimentos em laboratórios e simulações computacionais para descrever as propriedades físicas e químicas dos materiais terrestres e modelar os processos naturais que ocorrem na superfície e no interior da Terra.

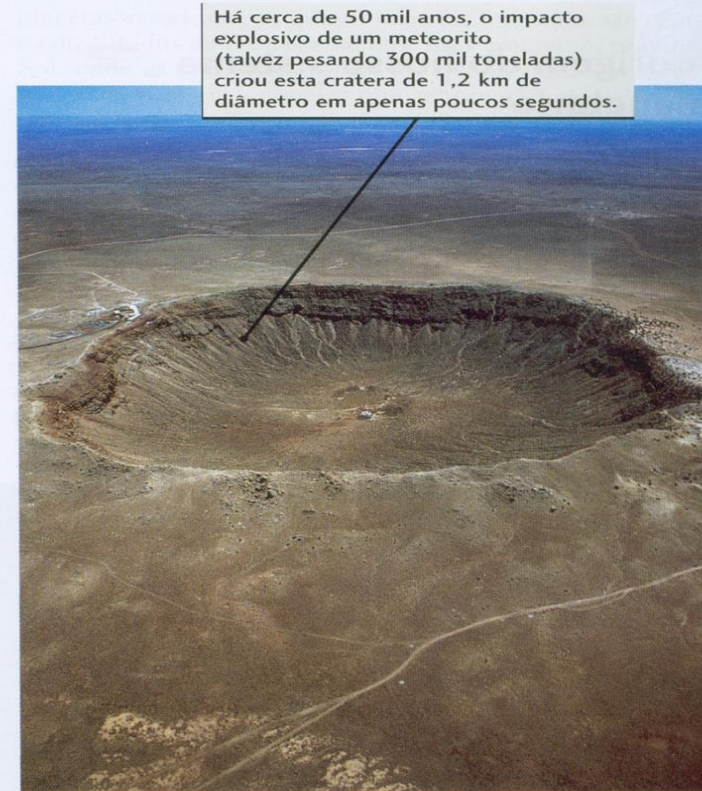
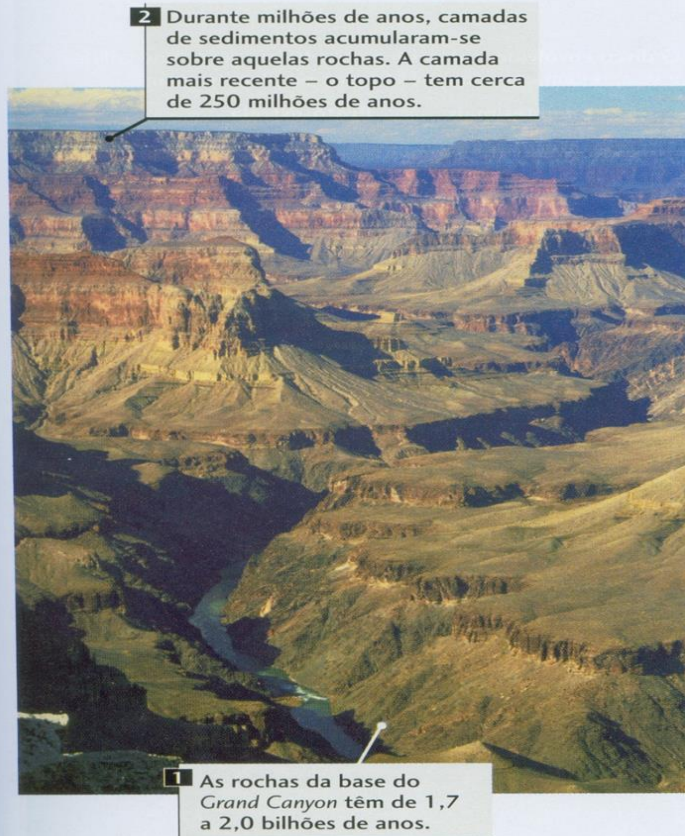
Entretanto, a Geologia tem seu próprio estilo e visão particular. Ela é uma “ciência de campo” que se fundamenta nas observações e experimentos orientados no local do objeto de estudo e coletados por dispositivos de sensoriamento remoto, como o de satélites orbitais. Especificamente, os geólogos comparam as observações diretas dos processos, na forma como ocorrem no mundo atual, com aquelas que inferem a partir do ***registro geológico***.

# Princípios clássicos do estudo geológico

- **Catatrofismo**- as grandes alterações da Terra foram originadas por catástrofes. Georges Cuvier (1769 - 1832).
- **Uniformitarismo**- "O presente é a chave do passado" . Os processos modeladores da Terra no presente terão sido os mesmo do passado proposta por **James Hutton**.
- ▶ **Atualismo** - é uma teoria segundo a qual as transformações morfológicas da crosta terrestre no passado se deveram a fenômenos análogos aos que se observam na atualidade.

# GEOLOGIA

## Aula 1 – Estruturando a Terra



**Figura 1.2** Os fenômenos geológicos podem estender-se durante milhares de séculos ou ocorrer com velocidades estupendas. (Esquerda) O Grand Canyon, no Arizona (EUA). [John Wang/PhotoDisc/Getty Images] (Direita) Cratera do Meteorito, Arizona (EUA). [John Sanford/Photo Researchers]

## O origem do nosso sistema planetário

Atualmente, a explicação científica mais aceita é a Teoria da Grande Explosão (**Big Bang**), a qual considera que nosso Universo começou entre 13 a 14 bilhões de anos atrás a partir de uma “explosão” cósmica. Antes desse instante, toda a matéria e energia estavam concentradas num único ponto de densidade inconcebível.

Desde aquele instante, num processo que ainda continua, O Universo expandiu-se e diluiu-se para formar as Galáxias e estrelas.

Os geólogos ainda analisam os últimos 4,5 bilhões de anos dessa vasta extensão, um tempo durante o qual nosso sistema solar formou-se e evoluiu.

## **A hipótese da nebulosa**

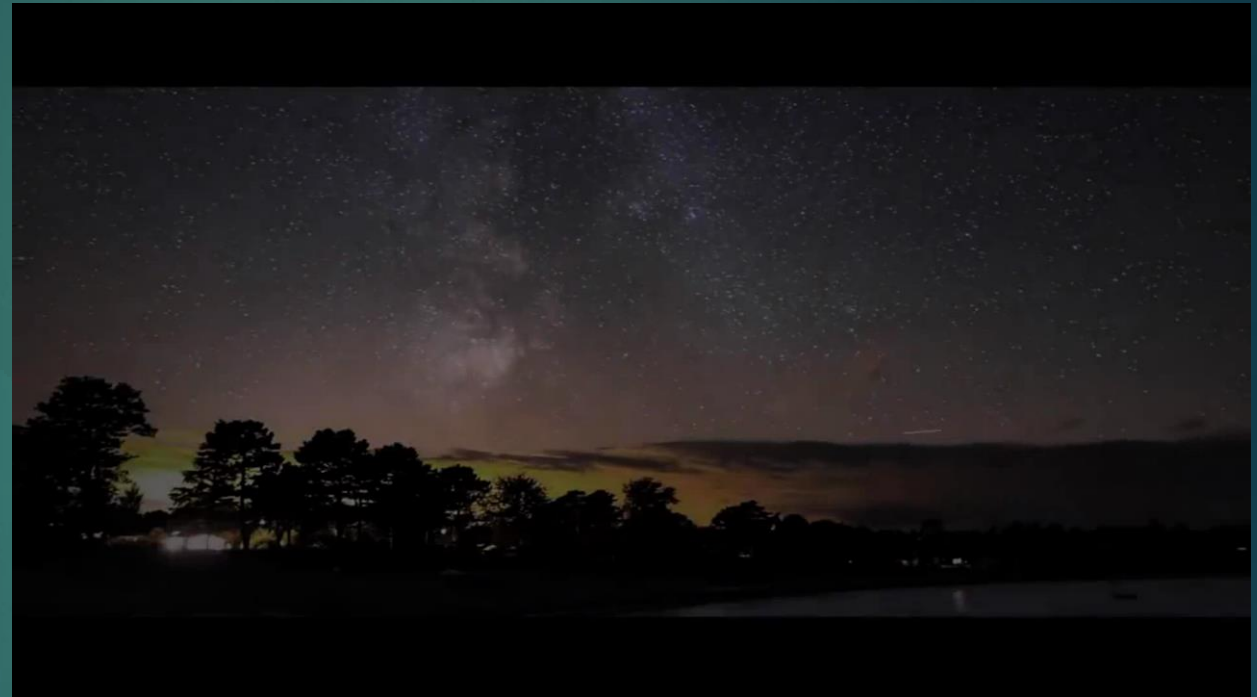
Em 1755, o filósofo alemão **Immanuel Kant** sugeriu que a origem do sistema solar poderia ser traçada pela rotação de uma nuvem de gás e poeira fina, que posteriormente foi denominada pelos astrônomos modernos de “**hipótese da nebulosa**”.

Os gases são predominantemente hidrogênio e hélio, os dois elementos que constituem tudo, exceto uma pequena fração do nosso Sol. As partículas do tamanho do pó são quimicamente similares aos materiais encontrados na Terra.

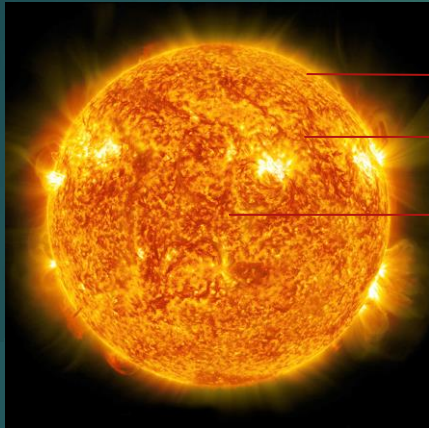
Como pôde o nosso sistema solar ter ficado com a forma que tem a partir de tal nuvem? Essa nuvem difusa em rotação lenta contraiu-se devido a força da gravidade, a qual resulta da atração entre corpos por causa de suas massas. A concentração por sua vez acelerou a rotação das partículas e essa rotação mais rápida achatou a nuvem na forma de um disco.

# GEOLOGIA

## Aula 1 – Estruturando a Terra



### A Formação do Sol: o astro rei



Camada convectiva

Cromosfera

Núcleo

Temperatura do Sol: 5.500 ° C

Sob a atração da gravidade, a matéria começou a deslocar-se para o centro, acumulando-se como uma proto-estrela, a precursora do nosso sol atual. Comprimido sob seu próprio peso, o material do Proto-Sol tornou-se mais denso e quente. A temperatura do Proto-Sol elevou-se para milhões de graus, iniciando-se então uma fusão nuclear.

Átomos de hidrogênio sob intensa pressão e em alta temperatura combinam-se (fundem-se) para formar hélio. Nesse processo parte da massa é convertida em energia. Essa conversão é representada pela famosa equação de Albert Einstein,  $E = m.c^2$

## A Formação dos Planetas

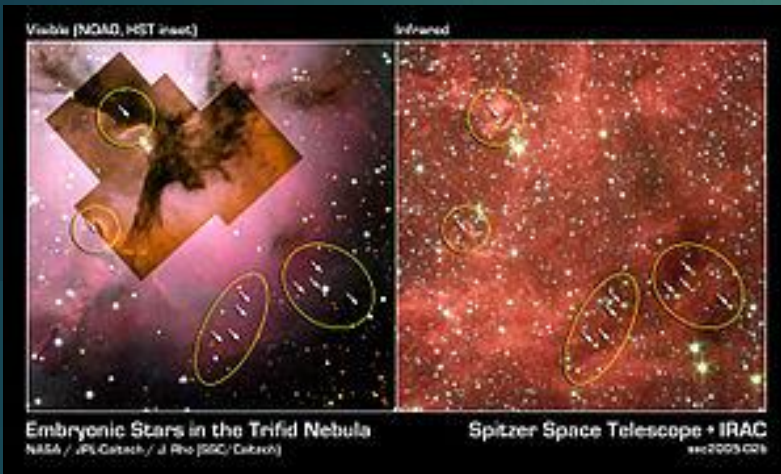
Embora a maior parte da matéria da nebulosa original tenha sido concentrada no Proto-Sol, restou um disco de gás e poeira, chamado de nebulosa solar, envolvendo-a. A nebulosa solar tornou-se quente quando se achatou na forma de um disco e ficou mais quente na região interna, onde mais matéria se acumulou, do que nas regiões externas menos densas.

Uma vez formado, o disco começou a esfriar e muitos gases condensaram-se. A atração gravitacional causou a agregação de poeira e material condensado por meio de colisões “pegajosas” em pequenos blocos ou *planetesimais* de 1 km. Por sua vez, estes planetesimais colidiram e se agregaram, formando corpos maiores.

# GEOLOGIA

## Aula 1 – Estruturando a Terra

### Formação do Planeta Terra Teoria da Acreção



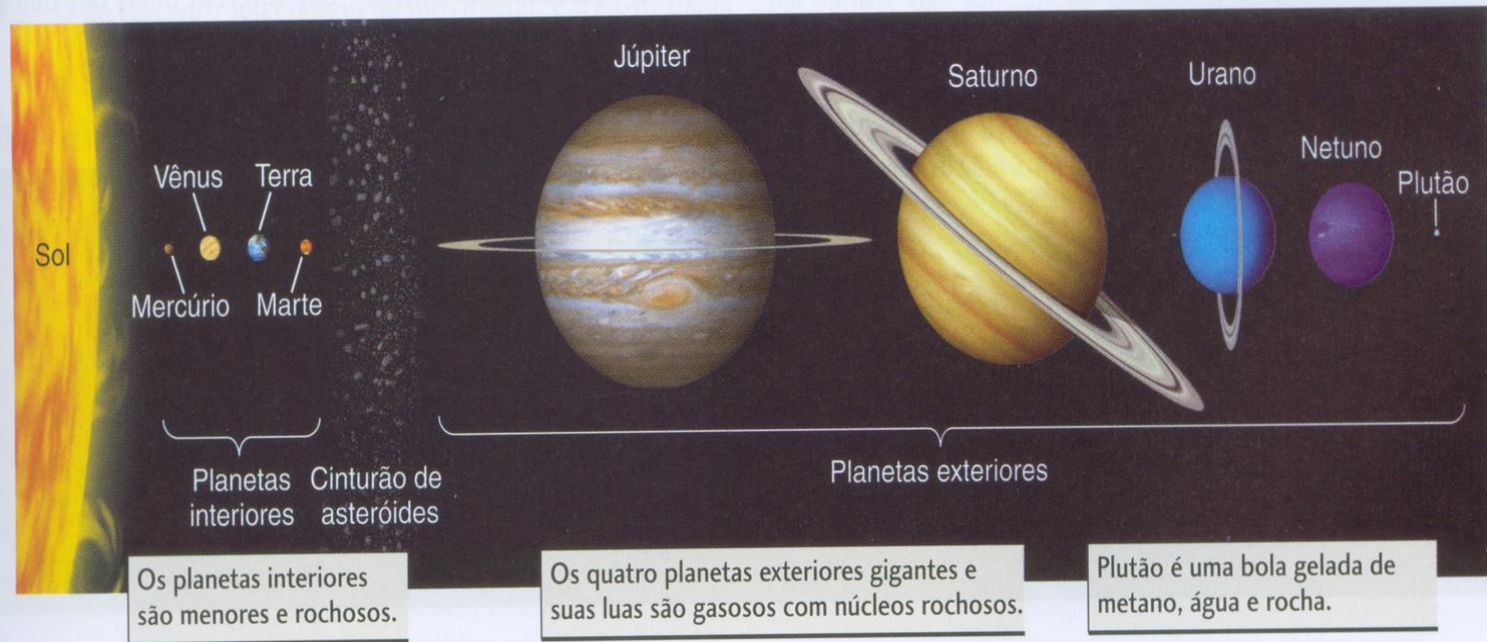
## **Formação do Planeta Terra**

### **A Terra Primitiva**

- Superfície turbulenta e com intensa atividade magmática
- Atmosfera tóxica: Altas concentrações de metano ( $\text{CH}_4$ ), Gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e baixa concentração de  $\text{O}_2$
- A água se encontrava em forma de vapor devido as altas temperaturas.
- Formação das formas de relevo derivadas de rochas magmáticas.
- Impossibilidade da existência de vida.

# GEOLOGIA

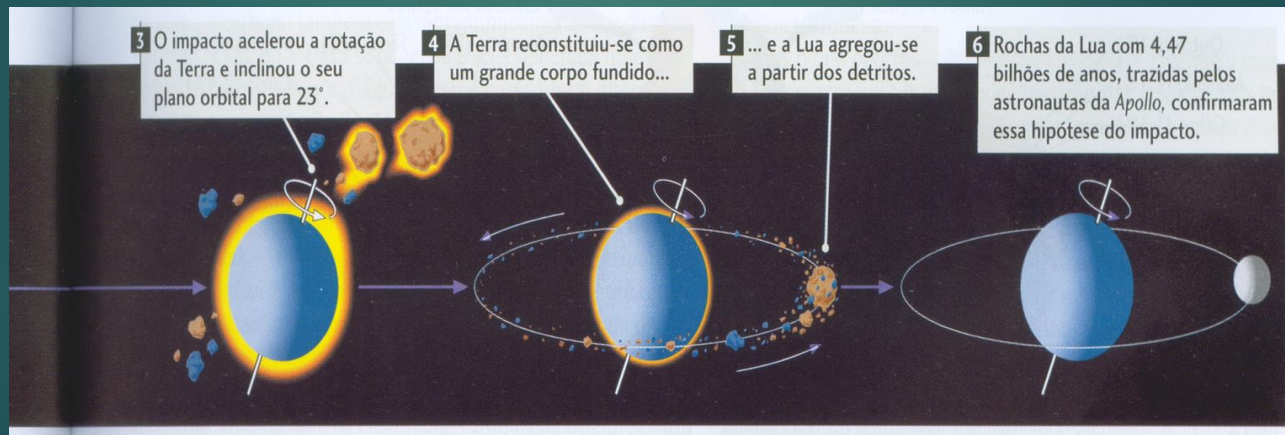
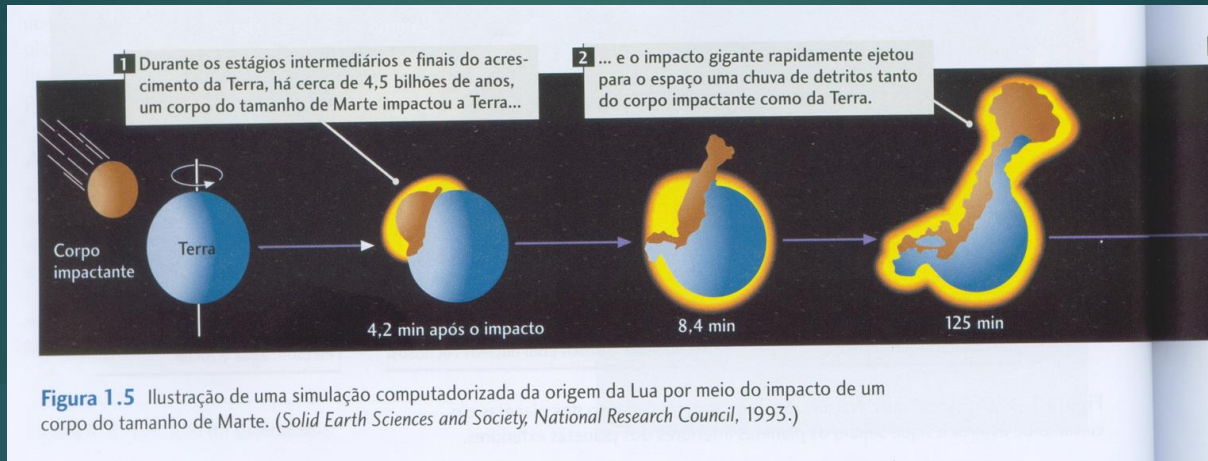
## Aula 1 – Estruturando a Terra



**Figura 1.4** O sistema solar. A figura mostra o tamanho relativo dos planetas e o cinturão de asteróides que separa os planetas interiores dos planetas exteriores.

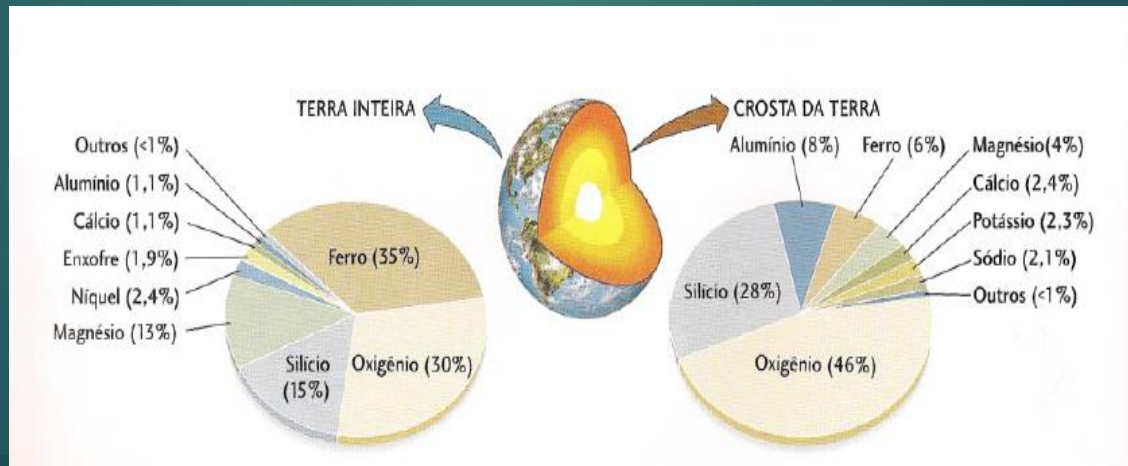
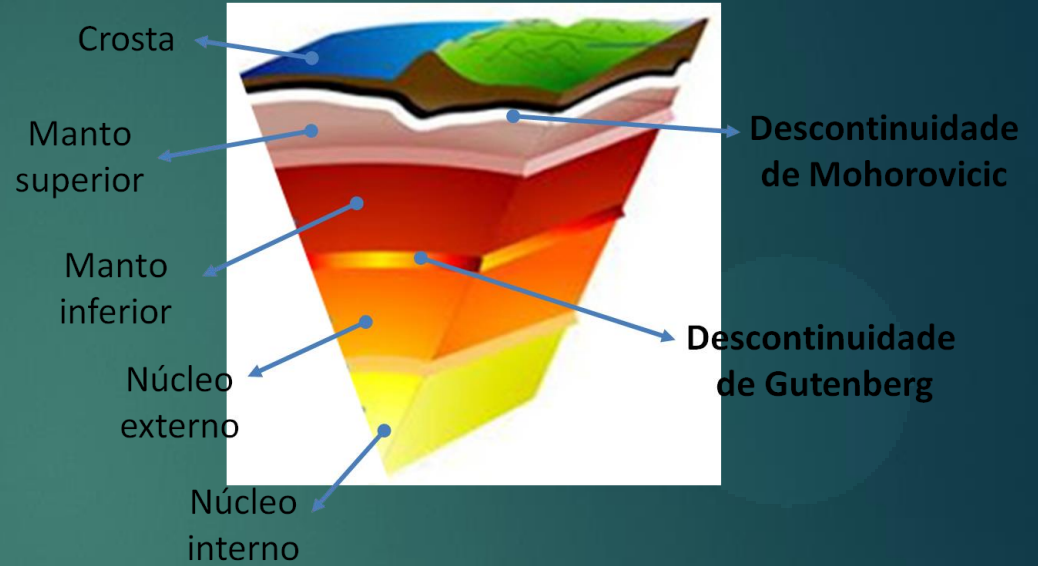
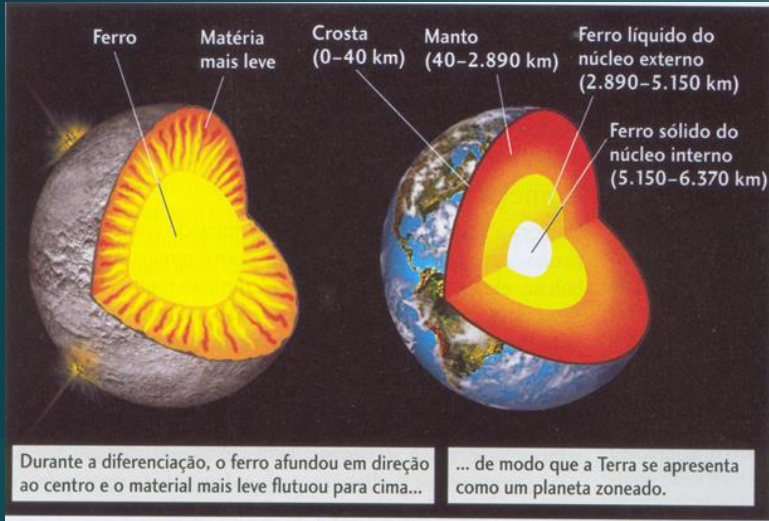
# GEOLOGIA

## Aula 1 – Estruturando a Terra



# GEOLOGIA

## Aula 1 – Estruturando a Terra



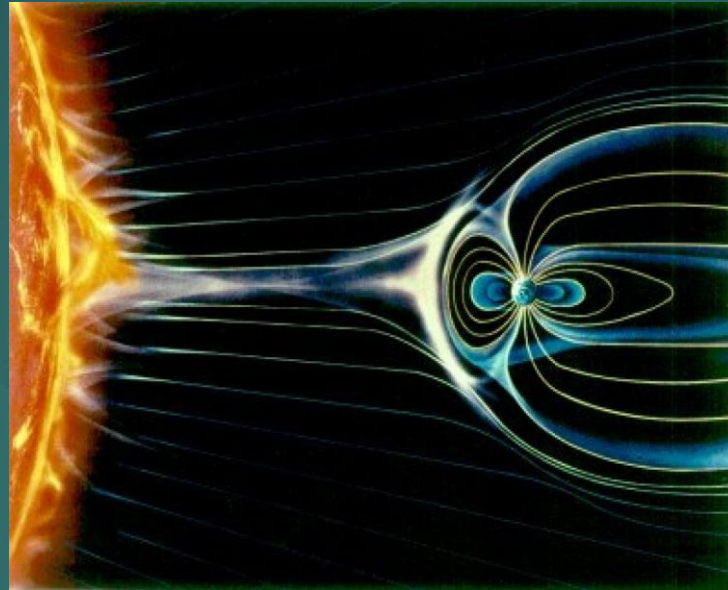
# GEOLOGIA

## Aula 1 – Estruturando a Terra



A atmosfera terrestre é continuamente bombardeada por material cósmico. Segundo estimativas da NASA, a quantidade média diária é de cerca 3.650.000 toneladas e a maioria em forma de poeira. Nos últimos 4 bilhões de anos, cerca de 20 quatrilhões de toneladas teriam adicionado cerca de 40 cm de sedimento meteorítico, que devido às atividades dinâmicas como intemperismo e tectônica foram incorporados nas regiões mais internas à superfície da Terra

### Fluxo de energia do Sol e campo gravitacional



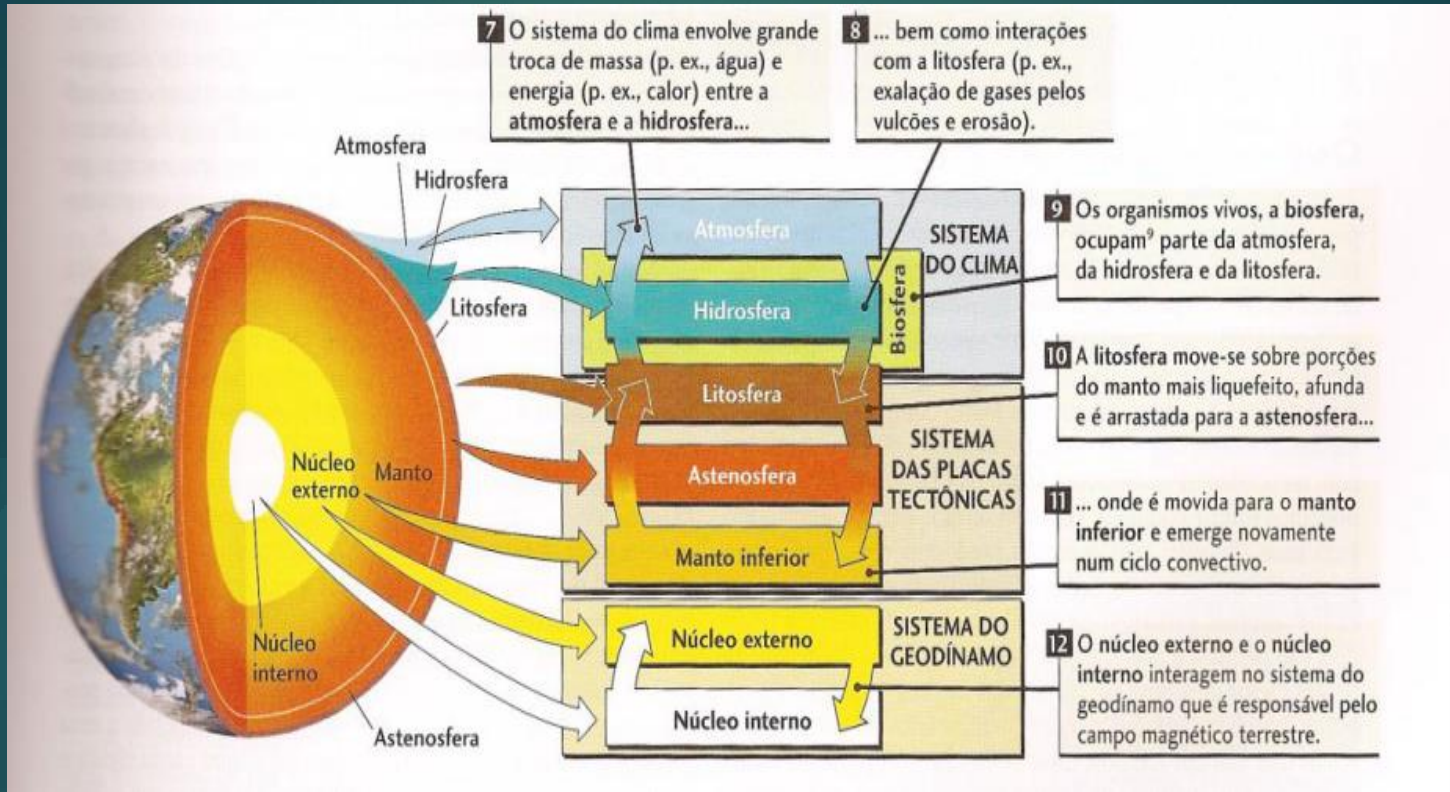
A teoria da gravitação de Newton afirma que os corpos se atraem mutuamente em razão de sua massa, mesmo que não estejam em contato direto. Foi com essa ideia de ação a distância que Newton conseguiu dar uma explicação para o “sistema do mundo”.

Nos séculos XVIII e XIX, o estudo dos fenômenos elétricos e magnéticos estabeleceu novos conceitos. Dentre eles, o **conceito de campo** revelou-se muito útil para a análise do universo de fenômenos, sendo, por isso, aplicado à gravitação. Vamos analisar a **gravitação sob o ponto de vista da noção de campo**, tomando como exemplo a Terra.

A Terra define uma região do espaço onde qualquer objeto fica sujeito a uma força atrativa. Representamos essa propriedade por meio de um conjunto de linhas denominado **linhas de força do campo gravitacional**

# GEOLOGIA

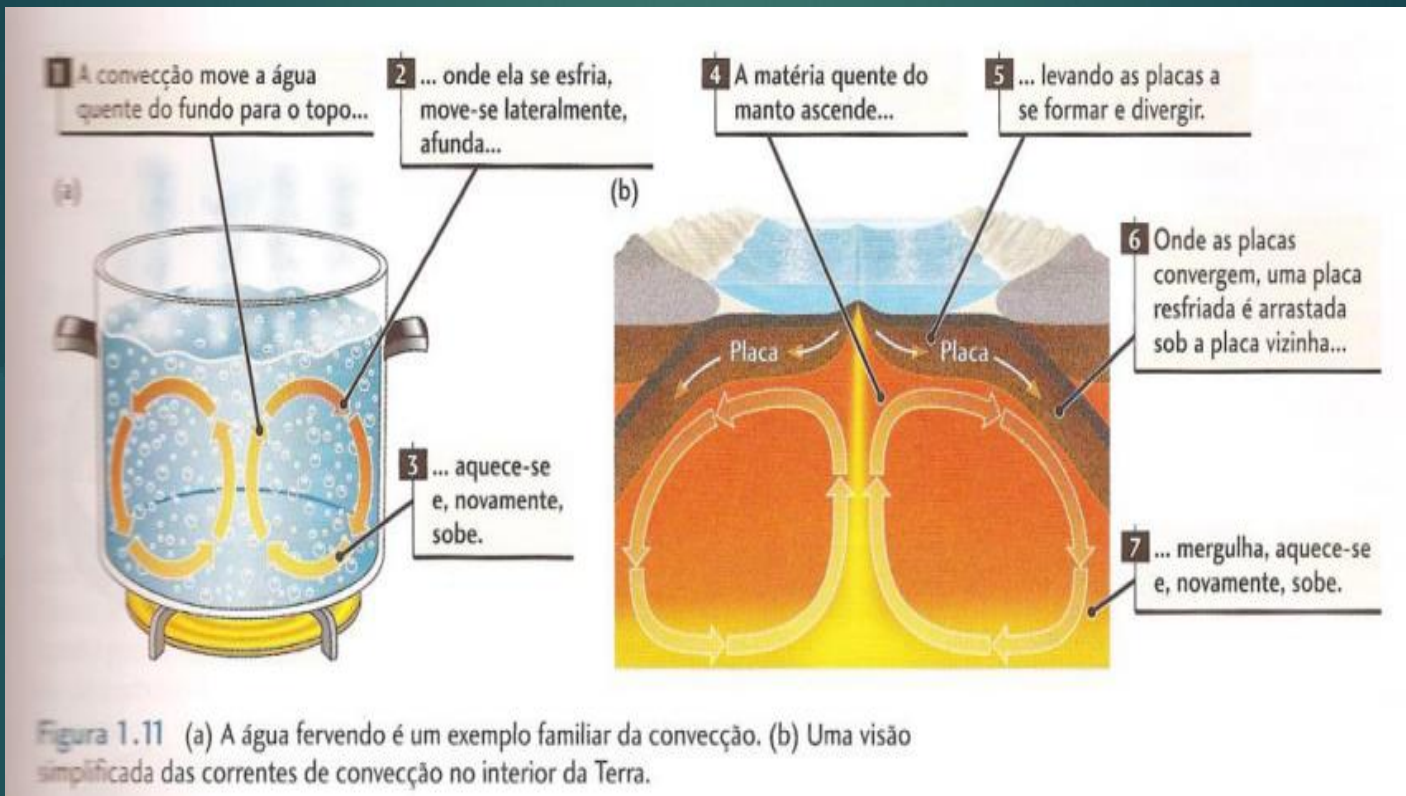
## Aula 1 – Estruturando a Terra



**Figura panorâmica 1.10** Principais componentes e subsistemas do sistema Terra (ver Quadro 1.2). As interações entre os componentes são governadas pela energia do Sol e do interior do planeta e organizadas em três geossistemas globais: o sistema do clima, o sistema das placas tectônicas e o sistema do geodínamo.

# GEOLOGIA

## Aula 1 – Estruturando a Terra

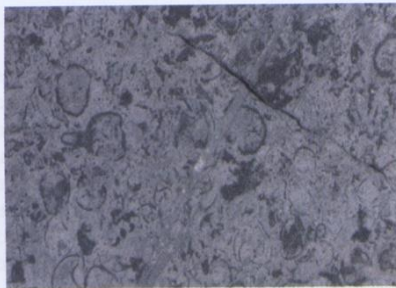


### Escala do Tempo Geológico

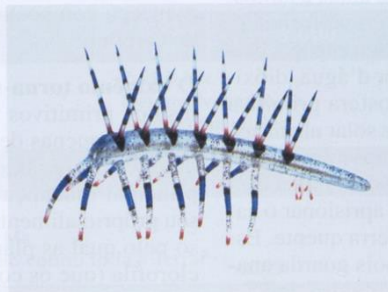
| Unidades de tempo |               |             |             |                           | Desenvolvimento de plantas e animais              |                       |
|-------------------|---------------|-------------|-------------|---------------------------|---|-----------------------|
| Eon               | Era           | Período     | Ma          | Época                     |   |                       |
| Fanerozóico       | Cenozóico     | Quaternário | 1,8         | Holoceno                  | Desenvolvimento do Homem                          |                       |
|                   |               |             |             | Pleistoceno               |   |                       |
|                   |               | Terciário   | 1,8         | Plioceno                  |   | "Idade dos Mamíferos" |
|                   |               |             |             | Mioceno                   |   |                       |
|                   |               |             |             | Oligoceno                 |   |                       |
|                   |               |             |             | Eoceno                    |   |                       |
|                   | Mesozóico     | 65,5        | 65,5        | Paleoceno                 | Extinção dos dinossauros e muitas outras espécies |                       |
|                   |               |             |             | Cretáceo                  |   |                       |
|                   |               |             |             | Jurássico                 |   |                       |
|                   | Paleozóico    | 245         | 245         | Triásico                  | "Idade dos Répteis"                               |                       |
|                   |               |             |             | 145,5                     |   |                       |
|                   |               |             |             | 199,6                     |   |                       |
|                   |               |             |             | 245                       |   |                       |
|                   |               |             |             | 299                       |   |                       |
|                   |               |             |             | 359                       |   |                       |
|                   |               |             |             | 416                       |   |                       |
|                   | 443           |             |             |                           |   |                       |
|                   | Paleozóico    | 488         | 488         | Permiano                  | "Idade dos Anfíbios"                              |                       |
|                   |               |             |             | 299                       |   |                       |
| 359               |               |             |             |                           |   |                       |
| 416               |               |             |             |                           |   |                       |
| Paleozóico        | 542           | 542         | Carbonífero | "Idade dos Invertebrados" |   |                       |
|                   |               |             | 299         |                           |   |                       |
|                   |               |             | 359         |                           |   |                       |
|                   |               |             | 416         |                           |   |                       |
| Proterozóico      | Pré-Cambriano | 2500        | 2500        |                           | Extinção de trilobitas e muitos animais marinhos  |                       |
|                   |               |             |             |                           | 2500  |                       |
| Arqueano          | Pré-Cambriano | 4030        | 4030        |                           | Primeiros répteis                                 |                       |
|                   |               |             |             |                           | 4030  |                       |
|                   |               |             |             |                           | 4030  |                       |
| Arqueano          | Pré-Cambriano | 4566        | 4566        |                           | Grandes pântanos de carvão                        |                       |
|                   |               |             |             |                           | 4566  |                       |
|                   |               |             |             |                           | Primeiros anfíbios abundantes                     |                       |
|                   |               |             |             |                           | Primeiros insetos fósseis                         |                       |
|                   |               |             |             |                           | Primeiras plantas terrestres                      |                       |
|                   |               |             |             |                           | Primeiros peixes                                  |                       |
|                   |               |             |             |                           | Trilobitas  |                       |
|                   |               |             |             |                           | Primeiros organismos com conchas                  |                       |
|                   |               |             |             |                           | Primeira fauna de metazoários grandes             |                       |
|                   |               |             |             |                           | Primeiros organismos multicelulares               |                       |
|                   |               |             |             |                           | Primeiros organismos unicelulares                 |                       |
|                   |               |             |             |                           | Idade mínima da crosta                            |                       |
|                   |               |             |             |                           | Origem do Sistema Solar                           |                       |

Figura 4 – Escala do Tempo Geológico, com indicação de alguns eventos importantes na evolução da vida (modif. de Tarbuck & Lutgens 1996 e Gradstein et al. 2004)

## Primeiras Formas de Vida na Terra



**Namacalathus**



**Hallucigenia**



**Trilobitas**

**Figura 1.13** Os fósseis que registram a explosão do Cambriano incluem fósseis calcificados do Pré-Cambriano (*esquerda*), que foram os primeiros organismos a utilizar calcita na produção da concha. Eles foram extintos no limite Pré-Cambriano-Cambriano, junto com outros organismos, e abriram caminho para outro estranho grupo de novos organismos, incluindo o *Hallucigenia* (*centro*) e os mais familiares trilobitas (*direita*). Esses dois últimos

formaram carapaças frágeis de material orgânico similar às unhas. [(*Esquerda, topo*) John Grotzinger; (*embaixo*) W. A. Watters. (*Topo, centro*) Museu Nacional de História Natural/Smithsonian Institution; (*embaixo*) Chase Studio/Photo Researchers. (*Direita, topo*) Cortesia do Musée cantonal de géologie, Lausanne. Fotografia de Stefan Ansermet; (*embaixo*) Chase Studio/Photo Researchers.]