# GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 29

# BIOLOGIA E GEOLOGIA
# 10.º ANO

## Tema 2: Estrutura e dinâmica da geosfera
### Subtema 3: Estrutura interna da Terra

PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

O QUE VOU APRENDER?

COMO VOU APRENDER?

O QUE APRENDI?

COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

## PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

**Métodos para o estudo do interior da Terra**

Para estudar o interior da Terra, os cientistas recorrem a uma combinação de métodos diretos, como a análise de materiais provenientes de zonas profundas, e métodos indiretos, como dados sísmicos, magnéticos e térmicos.

Vem descobrir mais!

## O QUE VOU APRENDER?

*Discutir potencialidades e limitações dos métodos diretos e indiretos, geomagnetismo e geotermia (grau e gradiente geotérmicos e fluxo térmico) no estudo da estrutura interna da Terra.*

*Interpretar modelos da estrutura interna da Terra, com base em critérios composicionais (crosta continental e oceânica, manto e núcleo) e critérios físicos (litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo interno e externo).*

*Relacionar as propriedades da astenosfera com a dinâmica da litosfera (movimentos horizontais e verticais) e Tectónica de Placas.*

## COMO VOU APRENDER?

**GTA 29: Como estudamos o interior da Terra?**

**GTA 30: Modelos da estrutura interna da Terra**

**GTA 31: Aplica e pratica sobre a estrutura interna da Terra**

## Tema 2: Estrutura e dinâmica da geosfera

## Subtema 3: Estrutura interna da Terra

# GTA 29: Como estudamos o interior da Terra?

**Objetivos:**

- Descrever métodos diretos e indiretos utilizados no estudo da estrutura interna da Terra.
- Explicar as potencialidades e limitações dos métodos diretos e indiretos.

**Modalidade de trabalho:** individual ou em pequeno grupo.

**Recursos e materiais:** manual de Geologia, caderno diário, *internet*.

### TAREFA 1: Ficção *versus* realidade

No filme de ficção científica, *Detonação*, (*The Core*, 2003) acontecimentos estranhos começam a ocorrer na Terra: sistemas eletrónicos falham, aves colidem com edifícios e pessoas morrem subitamente.
Um grupo de cientistas descobre que o núcleo da Terra deixou de girar, o que está a provocar o colapso do campo magnético do planeta, essencial para proteger a vida de radiações solares letais.
Para salvar a vida na Terra, a única solução encontrada é perfurar até ao núcleo e reativá-lo com explosões nucleares.
Uma equipa embarca numa missão arriscada: viajar numa nave feita de um material fictício, resistente a condições extremas, enfrentando obstáculos desconhecidos no interior do planeta.

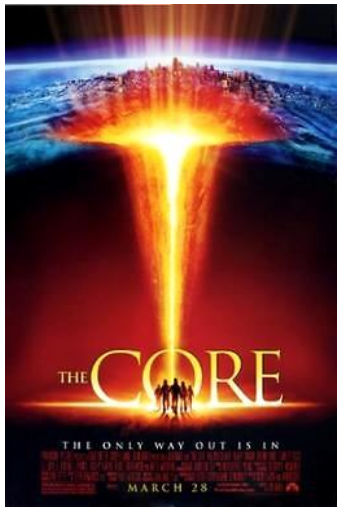

Figura 1 – Póster do filme *The Core* (https://commons.wikimedia.org)

Em grupos de dois ou três alunos, **reflitam** sobre as seguintes questões.

- **Será possível perfurar o interior da Terra até ao núcleo? Até que profundidade pensam que já conseguimos perfurar?**
- **Que dificuldades enfrentamos na perfuração da Terra?**
- **Que métodos utilizamos para conhecer e estudar o interior da Terra?**

A perfuração científica mais profunda foi realizada em Kola, na Rússia. O objetivo inicial era alcançar 15 km de profundidade, mas o projeto foi abandonado na década de 90 do século XX devido a falta de fundos.

Observa os dados da tabela que permitem comparar a ficção com a realidade.

| | Poço Superprofundo de Kola | Filme *The Core* |
|---|---|---|
| Tempo de perfuração | 20 anos | Horas/dias |
| Profundidade alcançada | 12,262 km | Milhares de km |
| Temperatura | 180 ºC | 4000 ºC a 5000 ºC (núcleo externo) |

Na região de Kola, estima-se que a crosta continental tenha cerca de 35 km de espessura, por isso, a perfuração não atingiu sequer metade dessa camada. No entanto, constituiu um desafio tecnológico e forneceu dados importantes para o estudo do interior da Terra.

- **A que distância ficou a base do poço do centro da Terra?**

**Recorda** que a Terra tem 6371 km de raio.

A perfuração de Kola representa apenas 0,2% da distância total até ao centro da Terra! Se fossemos a Terra, seria como um arranhão superficial na pele.

**TAREFA 2: Métodos diretos**

As perfurações constituem um dos **métodos diretos** para conhecer o interior do nosso planeta.

**Vê** o vídeo até ao minuto 12 e **fica atento** à descrição dos vários métodos diretos.

Métodos de Estudo do Interior da Terra | Estudo Autónomo

Com base nas informações transmitidas pelo vídeo e na consulta do manual, **elabora** um resumo sobre os métodos diretos, incluindo as suas potencialidades e limitações.

**Compara** o teu resumo com o dos teus colegas e, se necessário, **reformula-o**.

**TAREFA 3: Métodos indiretos**

Como já aprendeste, os métodos diretos apresentam diversas limitações. De facto, a maior parte do conhecimento que temos sobre o interior da Terra foi obtido a partir de **métodos indiretos**.

Se estabelecermos uma analogia com as técnicas usadas no diagnóstico do corpo humano, podemos pensar nos métodos indiretos como uma radiografia ou uma ecografia, que usam raios X e ondas sonoras, respetivamente, para obter imagens do interior que depois são interpretadas pelos especialistas.

Da mesma forma, a geofísica — a ciência que estuda a Terra através de métodos físicos — analisa e interpreta dados obtidos pela **sismologia**, **geomagnetismo** e **geotermia**, para compreender o interior da Terra.

**Etapa 1: Sismologia**

**Relembra** o que aprendeste.

A **velocidade** e a **trajetória** das ondas sísmicas variam com as propriedades físicas e químicas dos materiais que atravessam.

- A velocidade varia:
  - ✓ **diretamente** com a rigidez e a incompressibilidade (resistência à compressão);
  - ✓ **indiretamente** com a densidade.
- As ondas sísmicas sofrem refração e reflexão, o que altera a sua trajetória.

**Consulta** no manual a informação (textos e gráfico) relativa à **variação da velocidade de propagação das ondas P e S com a profundidade**.

**Copia** o gráfico para o caderno. **Descreve** e **interpreta** as variações de velocidade em cada uma das seguintes secções:

- até à base da litosfera;
- na zona de baixa velocidade no manto superior (astenosfera);
- da astenosfera até à base do manto (mesosfera);
- no núcleo externo;
- no núcleo interno.

**Compara** e **discute** os teus registos com os dos teus colegas e, se necessário, **reformula-os**.

**Etapa 2: Geomagnetismo**

No filme *The Core*, o núcleo da Terra tinha parado de "girar", o que afetou o campo magnético terrestre.

- **Qual será a relação entre o núcleo e o campo magnético terrestre?**

**Assiste** atentamente à videoaula entre os minutos 17:45 e 22:30.

Métodos de Estudo do Interior da Terra | Estudo Autónomo

**Consulta** o manual e **responde**, no caderno, às questões seguintes.

- **Qual é a origem do campo magnético terrestre?**
- **Os dados da sismologia estão de acordo com as evidências fornecidas pelo geomagnetismo sobre as propriedades do núcleo externo. Justifica a afirmação com base na propagação das ondas P e S.**
- **De que forma a orientação de minerais ricos em ferro nas rochas fornece informações sobre o campo magnético terrestre existente na altura da sua formação?**

- **Como é que o registo das inversões magnéticas nas rochas dos fundos oceânicos apoia a teoria da tectónica de placas?**

**Compara** e **discute** as tuas repostas com as dos teus colegas.

**Etapa 3: Geotermia**

Na tarefa 1, ficaste a saber que na base do poço superprofundo de Kola, a 12,3 km de profundidade, foram atingidas temperaturas de 180 ºC.

**Calcula** o aumento de temperatura por quilómetro, ou seja, o **gradiente geotérmico**, nesse local.

- **Será que o gradiente geotérmico é constante até ao centro da Terra?**

**Calcula** a temperatura no centro da Terra (6371 km de profundidade), usando o valor que determinaste anteriormente e admitindo que o gradiente é constante. **Compara** o valor obtido com a temperatura estimada no núcleo interno da Terra (5000 ºC a 6000 ºC).

- **O que podes concluir?**

**Vê** o vídeo entre os minutos 9 e 14 e **fica atento** à explicação sobre o gradiente geotérmico, o grau geotérmico e o fluxo térmico.

Métodos indiretos para o estudo do interior da Terra

**Consulta** o manual e **justifica**, no caderno, as afirmações seguintes, com base nos conceitos de gradiente geotérmico, grau geotérmico e fluxo térmico.

- **Embora a temperatura aumente com a profundidade, o gradiente geotérmico diminui.**
- **O grau geotérmico aumenta com a profundidade.**
- **Zonas com elevado gradiente geotérmico apresentam um reduzido grau geotérmico.**
- **O fluxo térmico da Terra não é uniforme.**

**Dica**: Consulta no manual um mapa que mostre a distribuição do fluxo térmico global.

**Pesquisa** no manual um gráfico que mostre duas curvas: a **variação da temperatura com a profundidade** (curva de gradiente geotérmico) e a **variação da temperatura de fusão dos materiais com a profundidade. Observa-o atentamente.**

Com base na observação do gráfico, **identifica** as zonas do interior da Terra onde pode ocorrer fusão dos materiais. **Justifica** a tua resposta relacionando a curva do gradiente geotérmico com a curva de fusão.

**Dica**: Se a curva de fusão estiver acima da curva do gradiente geotérmico, isso indica que não existem condições para que os materiais se fundam.

# PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

**TAREFA 3**

**Etapa 2**

**Qual é a origem do campo magnético terrestre?**

O campo magnético terrestre tem origem nos movimentos de convecção do fluido metálico do núcleo externo, composto essencialmente por ferro e níquel. Esses movimentos geram correntes elétricas que, por sua vez, produzem o campo magnético terrestre.

**Os dados da sismologia estão de acordo com as evidências fornecidas pelo geomagnetismo sobre as propriedades do núcleo externo. Justifica a afirmação com base na propagação das ondas P e S.**

Os dados da sismologia mostram que as ondas S não se propagam no núcleo externo e as ondas P diminuem de velocidade, o que indica que os materiais se encontram no estado líquido.

As evidências fornecidas pelo geomagnetismo indicam que o núcleo externo é líquido e metálico, composto principalmente por ferro e níquel, com capacidade de conduzir eletricidade. Esta composição permite a existência de movimentos de convecção que geram o campo magnético terrestre.

Desta forma, os dois métodos — geomagnetismo e sismologia — fornecem informações coerentes sobre o estado físico (líquido) e a composição metálica do núcleo externo.

**De que forma a orientação de minerais ricos em ferro nas rochas fornece informações sobre o campo magnético terrestre existente na altura da sua formação?**

Quando o magma arrefece e solidifica, os minerais ricos em ferro, como a magnetite, orientam-se segundo o campo magnético terrestre existente naquele momento. Essa orientação fica "registada" nas rochas. Ao estudar a direção e polaridade desse registo magnético em rochas de diferentes idades, os geólogos conseguem reconstituir a história do campo magnético terrestre, incluindo as suas inversões.

**Como é que o registo das inversões magnéticas nas rochas dos fundos oceânicos apoia a teoria da tectónica de placas?**

As rochas magmáticas que formam os fundos oceânicos registam a orientação do campo magnético da Terra no momento em que o magma consolida.

No estudo destas rochas, foram detetadas faixas simétricas de polaridade normal e invertida em ambos os lados das dorsais oceânicas. Este padrão simétrico mostra que o fundo oceânico está a formar-se continuamente nas dorsais e a afastar-se para ambos os lados — um processo conhecido como expansão dos fundos oceânicos.

Este registo magnético apoia a teoria da tectónica de placas, pois confirma que as placas litosféricas estão em movimento e que a crosta oceânica é constantemente renovada.

**Etapa 3**

**Embora a temperatura aumente com a profundidade, o gradiente geotérmico diminui.**

O **gradiente geotérmico** mede a variação de temperatura por quilómetro de profundidade (ºC/km).

Da superfície até à base da litosfera (100 km), a temperatura aumenta rapidamente, ou seja, o gradiente geotérmico é elevado. No entanto, a partir dessa profundidade, o aumento é mais lento. Isso significa que o gradiente geotérmico é maior à superfície e diminui em profundidade, apesar de a temperatura continuar a aumentar.

**O grau geotérmico aumenta com a profundidade.**

O **grau geotérmico** é o número de metros que é necessário percorrer em profundidade para que a temperatura aumente 1 °C. Uma vez que o gradiente geotérmico diminui com a profundidade, é preciso descer mais metros para que a temperatura aumente um grau, ou seja, o grau geotérmico é maior em profundidade.

**Zonas com elevado gradiente geotérmico apresentam um reduzido grau geotérmico**

Estas duas grandezas são **inversamente proporcionais**: se a temperatura aumentar rapidamente com a profundidade (elevado gradiente) são necessários poucos metros para aumentar 1 °C, ou seja, o grau geotérmico é baixo.

**O fluxo térmico da Terra não é uniforme.**

O fluxo térmico mede a quantidade de energia térmica libertada por unidade de superfície e de tempo.

Verifica-se que o fluxo térmico da Terra não é uniforme: é mais elevado ao longo das dorsais oceânicas e regiões vulcânicas e mais baixo em zonas estáveis dos continentes.

## O QUE APRENDI?

Já **és capaz** de...

- descrever métodos diretos e indiretos utilizados no estudo da estrutura interna da Terra?
- explicar as potencialidades e limitações dos métodos diretos e indiretos?
- recorrer a diferentes fontes de informação para desenvolver as tarefas?
- sintetizar informação, destacando as ideias essenciais?
- relacionar conceitos novos com conhecimentos adquiridos?

Conseguiste realizar as etapas propostas neste guião? Ainda tens dúvidas?

**Sugestões**:

**Estuda** com um colega, partilhando dúvidas e aprendizagens.

**Resolve,** no caderno, os exercícios do manual.

## COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Este vídeo ajuda-te a compreender a origem do calor interno da Terra e o conceito de gradiente geotérmico.

De Buffon ao gradiente geotérmico

Neste local, em Portugal continental, observa-se à superfície o que ocorre apenas a dezenas de quilómetros de profundidade. **Vê** o vídeo e descobre.

Minuto Geológico: as descontinuidades de Conrad e de Moho - Geoparque Terras de Cavaleiros

Em 2026, prevê-se que uma sonda não tripulada da NASA chegue a 16 Psyche, um asteroide metálico maciço que se encontra entre as órbitas de Marte e Júpiter.
Por que razão estará NASA tão interessada neste asteroide?
**Vê** o vídeo para saberes mais. (Ativa legendas em português.)

*Why is NASA sending a spacecraft to a metal world? - Linda T. | TED-Ed*