

GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 55

BIOLOGIA E GEOLOGIA 11.º ANO

Tema 7: Deformação de rochas



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A
APRENDIZAGEM?



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

Deformação de rochas

As rochas parecem rígidas e imutáveis à escala humana. No entanto, ao longo do tempo geológico, podem dobrar-se, fraturar-se e deslocar-se quando sujeitas a tensões associadas à mobilidade da litosfera.

Compreender a deformação das rochas permite explicar a formação de estruturas geológicas, como dobras e falhas, interpretar paisagens e cortes geológicos, e reconstruir parte da história tectónica de uma região.

Vem descobrir!



O QUE VOU APRENDER?

Explicar deformações com base na mobilidade da litosfera e no comportamento dos materiais.

Relacionar a génese de dobras e falhas com o comportamento dúctil/frágil de rochas sujeitas a tensões.

Interpretar situações de falha normal, inversa e desligamento, salientando elementos de falha e tipo de tensões associadas.

Interpretar situações de dobra — sinforma/antiforma — e respetivas macroestruturas — sinclinal/anticlinal.

Planificar e realizar procedimentos laboratoriais para simular deformações, identificando analogias e escalas.



COMO VOU APRENDER?

GTA 55: Por que se deformam as rochas?

GTA 56: Como interpretar falhas?

GTA 57: Como interpretar dobras?

GTA 58: Como modelar a deformação das rochas?

GTA 59: Como reconhecer dobras e falhas em representações geológicas?

GTA 60: Aplica e pratica sobre a deformação de rochas

Tema 7: Deformação de rochas



GTA 55: Por que se deformam as rochas?

Objetivos:

- Explicar deformações com base na mobilidade da litosfera e no comportamento dos materiais.
- Relacionar a génese de dobras e falhas com o comportamento dúctil/frágil de rochas sujeitas a tensões.
- Explicar de que modo fatores como temperatura, pressão, tempo, fluidos e natureza da rocha influenciam a deformação.

Modalidade de trabalho: individual ou em pequeno grupo.

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

Etapa 1: Deformações nas rochas

Observa as imagens **A** e **B** que mostram rochas deformadas.

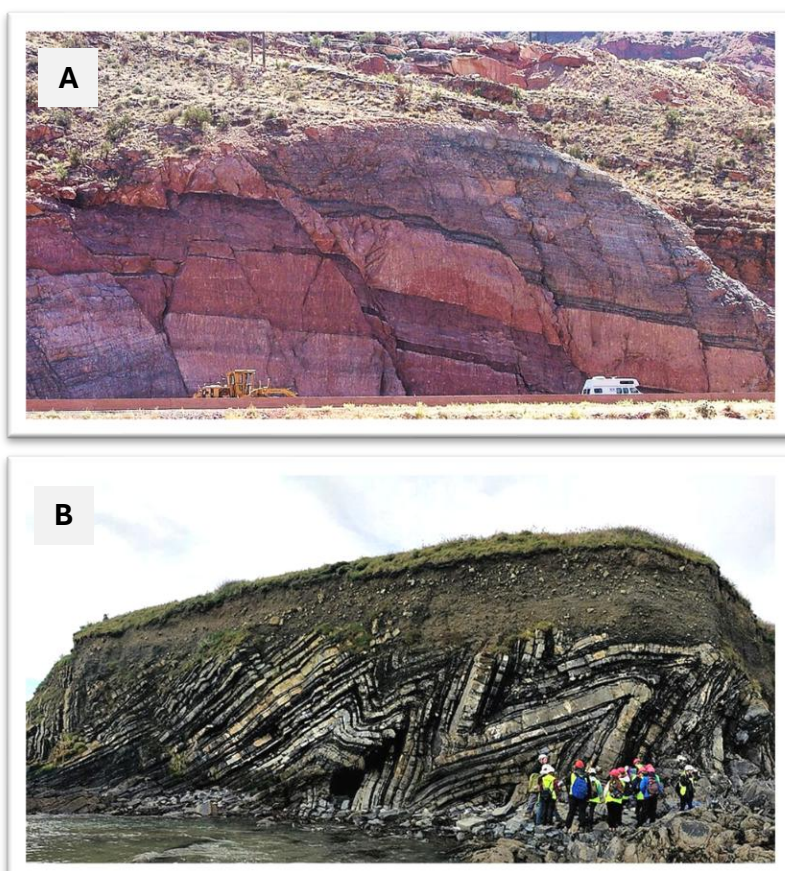


Figura 1. Exemplos de deformações em rochas. A: Arches National Park, Utah, USA (Andrew Wilson/<https://commons.wikimedia.org>); B: Dublin, Irlanda (Aileen Doran/<https://commons.wikimedia.org>).



1. **Descreve** as deformações observadas em cada imagem. Por exemplo: parecem estar curvadas/dobradas, partidas, interrompidas ou deslocadas?
2. Que fatores poderão influenciar o modo como uma rocha se deforma?

Etapa 2: Mobilidade da litosfera e deformação das rochas

Recorda que a litosfera está dividida em placas que se movem lentamente umas em relação às outras.

A imagem da **Figura 2** representa o contexto tectónico da margem oeste da América do Norte, onde interagem a Placa do Pacífico, a Placa Juan de Fuca e a Placa Norte-americana.

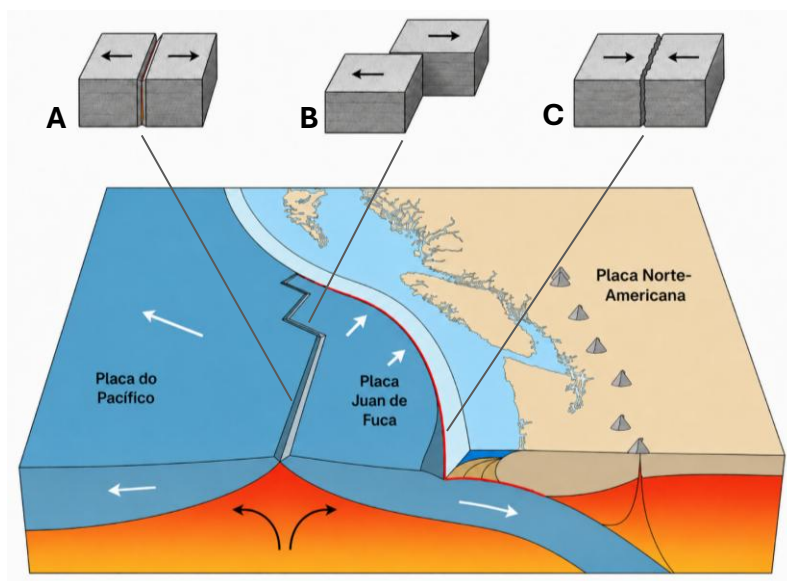


Figura 2. Contexto tectónico da margem oeste da América do Norte (adaptado de Carie Frantz / <https://commons.wikimedia.org>).

1. **Identifica**, nos esquemas **A, B e C** o movimento relativo entre as porções de litosfera representadas e o tipo de limite tectónico associado.
2. **Associa** cada movimento ao efeito predominante que pode produzir nas rochas: compressão, distensão ou cisalhamento.

Os movimentos associados à mobilidade da litosfera podem gerar tensões nas rochas. Dependendo das condições em que atuam, essas tensões podem provocar diferentes tipos de deformação.

Para compreender este processo, é necessário distinguir **força** de **tensão**.



Etapa 3: Força e tensão

Nesta e nas próximas etapas, vais explorar excertos de um vídeo para compreenderes por que razão os materiais se fraturam e como esse conhecimento ajuda a explicar a deformação das rochas.

Visualiza o excerto do vídeo, até ao minuto **06:27**, e fica atento à explicação sobre a diferença entre força e tensão.



[Por que se partem as coisas?](#)

1. No exemplo do palito e do pedaço de madeira, foi aplicada a mesma força. Como se explica que apenas um deles se tenha partido?

2. Com base no vídeo e na imagem do prego (Figura 3):

a) **explica** o que é a tensão;

b) **justifica** por que razão, sendo aplicada a mesma força, a tensão é maior no caso A do que no caso B.

3. Por que razão, para compreender a deformação das rochas, é mais adequado considerar as tensões a que estão sujeitas e não apenas as forças que atuam sobre elas?

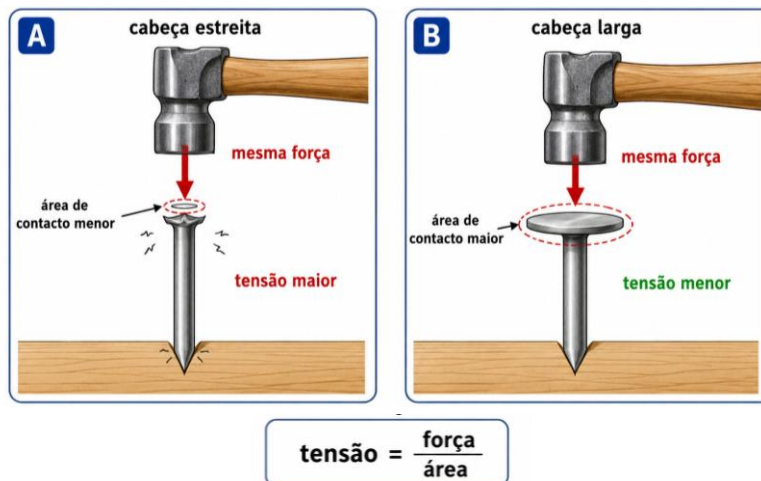


Figura 3. Relação entre força, área de contacto e tensão (imagem criada com recurso ao ChatGPT).

Etapa 4: Como se deformam os materiais quando sujeitos a tensões?

Visualiza o excerto do vídeo da etapa 3 entre os minutos **06:27 e 13:37**, que explica como diferentes materiais se deformam quando são sujeitos a tensões. De seguida, **responde** às questões.

1. **Compara** o comportamento do elástico e da plasticina quando são sujeitos a tensões, distinguindo comportamento elástico e comportamento plástico.

Na tua resposta, **refere** o que acontece enquanto a tensão atua e o que acontece quando a tensão deixa de atuar.



2. Compara o comportamento da plasticina e do pau de giz quando são sujeitos a tensões, distinguindo comportamento dúctil e comportamento frágil.

3. Observa o gráfico apresentado no vídeo, que relaciona a deformação sofrida por materiais com comportamento elástico e plástico com a tensão aplicada.

Reproduz esse gráfico no teu caderno, e **identifica**:

- os eixos;
- a curva do comportamento elástico;
- a curva do comportamento plástico.

4. A distinção entre comportamento elástico, plástico, dúctil e frágil é absoluta? **Justifica** com base no vídeo.

Etapas 5: Como se aplicam estes conceitos às rochas?

Visualiza o excerto do vídeo da etapa 3 entre os minutos **13:38 e 15:13**. De seguida, **responde** às questões.

1. No exemplo apresentado no vídeo, quais são as duas litologias que foram sujeitas ao mesmo campo de tensões e como se comportou cada uma?

Relaciona a tua resposta com os conceitos de comportamento frágil e comportamento dúctil.

2. Como é que este exemplo ajuda a compreender a génese de falhas e dobras?

Etapas 6: Que fatores influenciam a deformação das rochas?

Visualiza o excerto da videoaula entre os minutos **22:50 e 27:24**, sobre os fatores que influenciam o comportamento das rochas quando são sujeitas a tensões.

[Deformação das rochas | Estudo Autónomo](#)



Com base na videoaula e na consulta do manual, responde às questões seguintes.

1. Distingue pressão litostática/confinante de pressão dirigida, **referindo** o modo como cada uma atua sobre a rocha.

2. Explica de que modo a temperatura, a presença de fluidos e o tempo de atuação das tensões podem favorecer um comportamento mais dúctil/plástico.

3. Refere por que razão a natureza da rocha também influencia o modo como esta se deforma.



Para compreenderes melhor o comportamento das rochas quando são sujeitas a tensões, vais explorar uma analogia: a experiência da gota de piche, iniciada em 1927 na Universidade de Queensland, Austrália (**Figura 4**).

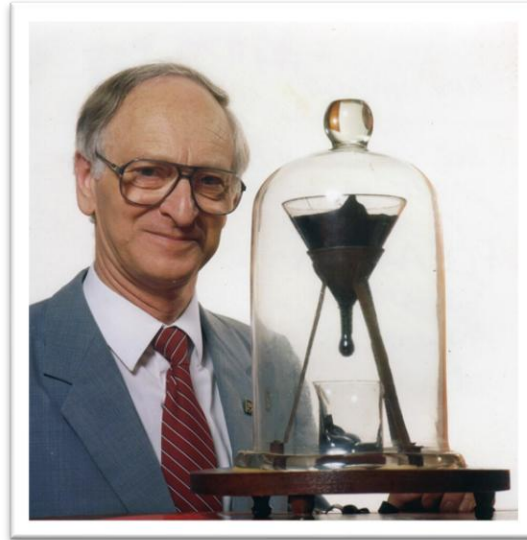


Figura 4. Experiência da gota de piche. Fotografia tirada em 1990, dois anos após a queda da 7.^a gota e 10 anos antes da queda da 8.^a gota (John Mainstone/ <https://commons.wikimedia.org>).

Até 2014 caíram nove gotas e a décima encontra-se em formação. No vídeo em *timelapse*, gravado entre 2012 e 2014, podes observar a queda da 9.^a gota, 13 anos após a queda da 8.^a gota.

[Pitch drops again in world's longest experiment](#)



À temperatura ambiente, o piche parece sólido e frágil, podendo partir-se com um martelo. No entanto, ao longo de muito tempo, escoar lentamente, comportando-se como um fluido extremamente viscoso. Calculou-se que o piche é cerca de 230 mil milhões de vezes mais viscoso do que a água!

4. Que relação podes estabelecer entre esta experiência e a deformação lenta das rochas no estado sólido, à escala geológica?

Retoma a hipótese que formulaste na Etapa 1. Que alterações farias agora à tua explicação inicial?



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

Etapa 1

1. Resposta variável, mas deve incluir a descrição das deformações observadas nas imagens.

Na imagem A, podem ser referidas camadas partidas, interrompidas ou deslocadas, sugerindo deformação com rutura/fraturação e deslocamento de blocos. Na imagem B, podem ser referidas camadas curvadas e dobradas.

2. Resposta variável. Podem ser referidos fatores como as forças/tensões, a temperatura, a pressão, o tempo de atuação das tensões, a presença de fluidos e a natureza da rocha.

Etapa 2

1.

A - movimento de **afastamento** entre porções da litosfera; **limite divergente**;

B - movimento de **deslizamento lateral** entre porções da litosfera; limite **transformante/conservativo**;

C - movimento de **aproximação** entre porções da litosfera; **limite convergente**.

2. O afastamento está associado à **distensão**; o deslizamento lateral está associado ao **cisalhamento**; a aproximação está associada à **compressão**.

Etapa 3

1. No exemplo do palito e do pedaço de madeira, apenas o palito se partiu porque a **força aplicada atuou numa área menor**. Assim, no palito, a **tensão** exercida foi **maior** e suficiente para provocar a sua fraturação. No pedaço de madeira mais espesso, a mesma força distribuiu-se por uma **área maior**, originando **menor tensão**, pelo que não ocorreu fraturação.

2. a) A tensão corresponde à **força aplicada por unidade de área**.

b) Na situação **A**, a **área de contacto é menor**, pelo que a **tensão é maior**. Na situação **B**, a **área de contacto é maior**, pelo que a **tensão é menor**.

3. Para compreender a deformação das rochas, não basta considerar a força aplicada, porque o efeito dessa força depende da área em que atua e da forma como se distribui no material. Por isso, para estudar a deformação das rochas, é mais adequado considerar as **tensões**, que permitem relacionar a força aplicada com a área sobre a qual essa força atua.

Etapa 4

1. O elástico deforma-se quando é sujeito a tensão, mas recupera a forma inicial quando a tensão deixa de atuar, apresentando **comportamento elástico**.

A plasticina também se deforma quando é sujeita a tensão, mas não recupera a forma inicial depois de a tensão deixar de atuar, apresentando **comportamento plástico**.



2. A plasticina deforma-se sem partir, podendo mudar de forma de modo permanente; por isso, apresenta comportamento **dúctil**. O pau de giz, quando sujeito a tensão suficiente, parte-se com pouca deformação visível, apresentando comportamento **frágil**.

3. No gráfico, o eixo horizontal representa a **tensão aplicada** e o eixo vertical representa a **deformação sofrida**. A curva do comportamento elástico mostra uma relação aproximadamente linear entre tensão e deformação. A curva do comportamento plástico mostra uma deformação que aumenta e se mantém, mesmo quando a tensão deixa de atuar.

4. A distinção entre comportamento elástico, plástico, dúctil e frágil não é absoluta, porque os materiais podem apresentar comportamentos intermédios. Um material pode ter uma pequena deformação elástica antes de se deformar plasticamente ou fraturar. Na natureza, a transição entre estes comportamentos é gradual e depende das condições.

Etapa 5

1. As duas litologias referidas são o **grauvaque** e o **xisto**. O grauvaque comportou-se de modo essencialmente **frágil**, apresentando fraturação e deslocamento ao longo de uma falha. O xisto comportou-se de modo mais **dúctil**, apresentando dobramentos em vez de rutura evidente.

2. Este exemplo mostra que rochas diferentes, sujeitas ao **mesmo campo de tensões**, podem responder de **formas distintas**. Se o comportamento for predominantemente **frágil**, podem formar-se **fraturas ou falhas**. Se o comportamento for predominantemente **dúctil**, podem formar-se **dobras**. Assim, a génese de falhas e dobras relaciona-se com o comportamento dos materiais quando sujeitos a tensões.

Etapa 6

1. A pressão litostática ou confinante atua em **todas as direções** sobre a rocha, devido ao peso dos materiais sobrejacentes, promovendo compactação e dificultando a rutura. A pressão dirigida **atua preferencialmente numa direção**, podendo provocar achatamento, alongamento, orientação dos minerais, dobramento ou fraturação, dependendo das condições.

2. **Temperaturas mais elevadas** favorecem a deformação **dúctil/plástica**, porque facilitam a reorganização dos minerais e tornam as rochas menos propensas a fraturar.

A presença de **fluidos** também pode **favorecer a deformação**, pois facilita processos de alteração, dissolução, recristalização ou deslizamento entre minerais.

Quanto ao **tempo** de atuação: tensões aplicadas lentamente durante **longos períodos** favorecem a deformação **dúctil**, enquanto tensões **rápidas** tendem a favorecer comportamento **frágil**.



3. A natureza da rocha influencia a deformação, uma vez que a composição, a textura, a porosidade e a foliação contribuem para que as rochas apresentem **resistências diferentes às tensões**.

4. A experiência da gota de piche mostra que um material que parece sólido e frágil pode escoar muito lentamente ao longo de muito tempo. Esta analogia ajuda a compreender que algumas rochas, embora estejam no estado sólido e pareçam rígidas, podem deformar-se lentamente à escala geológica, quando sujeitas a tensões durante longos períodos e em condições adequadas de temperatura, pressão e presença de fluidos.

Retoma da resposta à questão 2 da etapa 1

A resposta depende da hipótese formulada, mas deve incluir a ideia de que o modo como uma rocha se deforma depende das tensões a que está sujeita e de fatores como temperatura, pressão, tempo de atuação das tensões, presença de fluidos e natureza da rocha. Deve ainda referir que o comportamento dúctil pode originar dobras e o comportamento frágil pode originar fraturas ou falhas.



O QUE APRENDI?

Já **és capaz** de...

- explicar deformações com base na mobilidade da litosfera e no comportamento dos materiais?
- relacionar a génese de dobras e falhas com o comportamento dúctil/frágil de rochas sujeitas a tensões?
- explicar de que modo fatores como temperatura, pressão, tempo, fluidos e natureza da rocha influenciam a deformação?
- 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.

Assiste à videoaula.

[Deformação das rochas | Estudo Autónomo](#)



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Podes acompanhar em direto a experiência da gota de piche da Universidade de Queensland. Atualmente, aguarda-se a queda da 10.^a gota.

[The Tenth Watch for the tenth Pitch Drop.](#)



A experiência da gota de piche recebeu o Prémio Ig Nobel da Física em 2005. Estes prémios distinguem investigações invulgares que, segundo o seu lema, “primeiro fazem rir e depois fazem pensar”.

Explora a página da *Improbable Research* e descobre outros exemplos de investigações curiosas.

[Improbable Research – Research that makes people LAUGH, then THINK](#)

