

AL — Simulação de deformações: dobras e falhas com analogias e escalas

11.º Ano

Biologia e Geologia

3 páginas

Atividade laboratorial

Objetivo: Simular **compressão, extensão e cisalhamento** com materiais plásticos e rígidos, identificar as **estruturas resultantes** (dobras, falhas normais/inversas/desligamento) e o **comportamento dúctil vs frágil**, e analisar **analogias e escalas** do modelo face ao real (a hipótese: «cada tensão produz a sua estrutura, e o mesmo material muda de regime com a temperatura»).

Material

Material	Função / análogo
Blocos de espuma (embalagem, 10–15 cm) e espuma «lítosfera» sobre almofada de areia	litósfera rígida sobre astenosfera ductil
Bico de massa/plasticina em 3–4 camadas coloridas (argila, areia, cal), moldadas em barra 15 × 4 × 3 cm	série sedimentar (camadas com cores = litologias)
Régua · faca de pão (cortes) · tábua · dois tijolos de madeira/espuma · fita adesiva	medidas, «falhas» e empurradores
Câmara/smartphone · pincéis · marcador	registo fotográfico com escala e marcação de linhas
Termómetro de sala · frasco de água morna/frio	ensaio térmico (dúctil vs frágil)

Normas de segurança

- **Faca/lâmina:** só sobre a **tábua**, corte afastado do corpo, devolver à caixa depois.
- Água morna (não fervente) no ensaio térmico — queimar-se com plasticina quente em demasia.
- Massa pequena: **não comer** (parece massa de modelar comestível — é material de laboratório); lavar mãos.
- Bancada desimpedida; empurrar os blocos **controladamente** (sem projetar a massa).

Procedimento

1. **Hipótese:** ver callout — prever a estrutura de cada tensão **antes** de executar.
2. **Ensaio A — compressão:** barra de camadas entre dois tijolos; empurrar de ambos os lados até 3 cm de encurtamento → registar a estrutura (dobra? onde?). Repetir mais 2 cm → o que muda (dobra → falha?).
3. **Ensaio B — extensão:** barra de camadas puxada/puxando para fora com dois tijolos → que «degrau» se forma? Cortar a barra ao meio e baixar um bloco → **falha normal** (graben).
4. **Ensaio C — cisalhamento:** dois tijolos em sentidos opostos sobre a barra → marcar 3 linhas com marcador e medir o **offset lateral** (cm) → **desligamento**.
5. **Ensaio D — régimen:** mesma massa, **fria (frágil)** vs **morna (dúctil)** sob a mesma compressão → o que acontece primeiro (quebra vs flexão)?
6. **Conversão de escala:** medir o modelo (cm) e calcular a **escala espacial** (ex.: 10 cm do modelo = 20 km reais → 1:200 000) e converter os deslocamentos medidos.
7. Comunicar: tabela tensão → estrutura → análogo real, fotos com régua e conclusão (analogias e limitações).

Âncora das AE: «simular deformações com identificação de analogias e escalas» — AET: estudos experimentais com variáveis controladas e conversão de unidades modelo/real.

Registo de dados

Tabela 1 — Tensões e estruturas

Ensaio	Tensão aplicada	Estrutura prevista (hipótese)	Estrutura observada	Medida
A — compressão	convergente →			encurt. cm
B — extensão	divergente →			degrau cm
C — cisalhamento	opostos →			offset cm
D — régimen (frio vs morno)	convergente (igual)			T °C

Tratamento de resultados

Encurtamento percentual (ensaio A):

$$e\% = (L_0 - L_1) / L_0 \times 100$$
 ex.: barra de 15,0 cm → 12,0 cm ⇒ e% = 20 %

Conversão de escala (espacial): se 10 cm modelo ↔ 20 km real, então 1 cm ↔ 2 km → um offset de 2 cm = **4 km reais**. Fórmula: $escala = d_modelo / d_real$ (unidades iguais: 10 cm / 2 000 000 cm = 1:200 000).

Escala temporal: INEXISTENTE — o modelo deforma-se em 10 s; a realidade em **milhões de anos** (taxa ≈ cm/ano). A analogia vale para a **geometria e a sequência**, não para o tempo nem para a velocidade — anotar sempre «escala espacial sim; temporal não».

Tabela 2 — Análogos e transferências:

Modelo	Real	O que captura	O que perde
camadas coloridas de plasticina	série sedimentar	superposição, continuidade	litologia verdadeira, cimentação
empurrão dos tijolos	tensão de placas	direção da tensão	gradiente T-P, duração
massa morna (dúctil)	rocha a 10–15 km de profundidade	regime de deformação	minerais, recristalização
espuma sobre areia	litósfera sobre astenosfera	deslizamento, enrugamento	convecção, geoquímica

Erro dominante a prever: força **não uniforme** (mão torta → dobra assimétrica que «parece» inversa) e atrito da bancada (segura a base e inverte o resultado) — por isso se usam **duas réplicas** e empurraadores simétricos.

Análise e conclusão

1. A hipótese se confirmou? Apresenta as 4 tensões com as estruturas observadas — e explica porque é que a **direção** da tensão decide o tipo de estrutura (ficha 13).
2. **Dúctil vs frágil (ensaio D)**: o mesmo material morno flexionou e o frio quebrou — o que isto modela no real (profundidade/T → dobras vs falhas)? Confirma que o **regime** depende do envelope, não da tensão?
3. **Analogia**: define («mesmas relações geométricas com material análogo») e usa a Tabela 2 — escolhe um análogo e diz explicitamente o que ele **não** reproduz. Porque é que um modelo bom assume as suas perdas?
4. **Escalas**: calcula a escala espacial se 8 cm do modelo = 12 km reais (resp.: 1:150 000) e converte um offset de 1,5 cm. E a escala temporal porque não existe (tempos geológicos vs segundos)?
5. **Variáveis controladas**: o que foi igual entre ensaios/ réplicas (dimensões da barra, nº de camadas, força aproximada, temperatura)? E o que se muda no ensaio D (só a T)?
6. **Conclusão comunicada**: 4 linhas — estruturas por tensão, régimen pelo envelope, escala espacial calculada, e a **transferência ao campo**: ao ver um mapa com sinformas e falhas inversas, que tensão reconstruís (Alpes: compressão) — o modelo deu o «filme» que a rocha guardou estática.

Fontes de erro sistemático

- **Força não uniforme/assimétrica** — empurrar de um só lado cria estruturas que não existem no real (compressão pura é bilateral).
- **Atrito da bancada** — prende a base e distorce o «regime» (usar superfície lisa/rolo).
- Massa muito fina/grossa — muda o comportamento (espessura da «crosta» não controlada).
- Medir **sem régua no enquadramento** da foto — sem escala na imagem, não há conversão depois.

Conclusão-chave: a hipótese **confirmou-se** — convergente → dobração (e inversa quando passa o limite dúctil), divergente → falhas normais/bacias, opostos → desligamento, e a **temperatura** (frio vs morno) decide quebra ou flexão com a mesma força. O modelo vale **espacialmente** (1:150 000 calculado) mas nunca no tempo (10 s vs 10^7 anos) — essa declaração honesta das perdas é o que separa uma analogia científica de um brinquedo. É assim que se lê o mapa: **a geometria das estruturas é o filme fossilizado da tensão** (ficha 13) — e o laboratório deixa o filme correr outra vez.

Nota: AL das AE de FQ-A 11.º ano — domínio «Deformação de rochas» + AET (variáveis controladas, escalas). Liga: ficha 13 (falhas/dobras, tensões) · AL 20/21/23 (rochas — o material de partida).