Atividade Antropogénica e Mudanças Ambientais

12.º Ano | Geologia | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: Discutir a possível relação entre as atividades antropogénicas e as mudanças ambientais, lendo dados e fontes diversas e construindo argumentação cientificamente fundamentada (CTSA).

Revisão rápida

- **Os dados-chave:** CO_2 ~280 ppm (pré-industrial) → ~315 ppm (1958, início da curva de Keeling) → ~425 ppm (atual) — aceleração sobretudo desde meados do séc. XX.
- **Porquê antropogénico:** a queima de combustíveis fósseis devolve à atmosfera carbono aprisionado há milhões de anos; a assinatura isotópica do CO_2 adicional é a do carbono fóssil; os fatores naturais medidos (sol, vulcanismo) não explicam o aquecimento desde 1950.
- **Outros fatores humanos:** desflorestação (perde-se sumidouro), agricultura e pecuária (metano, N_2O), uso do solo e urbanização.
- **Magnitudes (IPCC):** aquecimento ~1,1 °C (2011–2020 vs 1850–1900); nível do mar ~+20 cm desde 1901 — mudanças rápidas à escala humana.
- **Regras do debate:** evidência ≠ opinião; incerteza quantificada ≠ ignorância; um evento extremo isolado não prova uma tendência — são séries temporais que a revelam.

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «Desde a revolução industrial, a atividade humana liberta grandes quantidades de gases de estufa.» ( ) b) «O aumento do Sol explica o crescimento do CO_2 atmosférico observado.» ( ) c) «A simples correlação entre duas séries prova, por si só, a causalidade.» ( ) d) «Os vulcões emitem anualmente mais CO_2 do que a atividade humana.» ( )

2. Liga cada atividade ao seu efeito ambiental: (1) queima de combustíveis fósseis · (2) desflorestação · (3) agricultura e pecuária · (4) poluição atmosférica (enfumaçamento). (a) perda de um sumidouro de carbono · (b) emissão de metano (CH_4) · (c) devolução de carbono fóssil à atmosfera · (d) enfumaçamento que pode arrefecer localmente no curto prazo.

3. Completa as frases (banco: *fósseis · metano · ppm · sumidouro · efeito estufa*): a) A concentração de CO_2 se mede em _____. b) Os _____ (carvão, petróleo, gás) guardam carbono antigo que a queima devolve ao ciclo. c) A fotossíntese é um importante _____ de carbono. d) A queima liberta gases de _____ que retêm calor. e) A pecuária é fonte relevante de _____.

4. Escolha múltipla: a) O valor pré-industrial de CO_2 era de cerca de: (280 ppm · 315 ppm · 425 ppm). b) A curva de Keeling regista o CO_2 desde: (1750 · 1958 · 2000). c) Desde 1950, a radiação solar que chega à Terra: (aumentou claramente / manteve-se estável na prática / diminuiu).

© 2026 Estudantices

5. Interpreta a série de CO_2 (dados didáticos arredondados): a) Qual o aumento total desde 1750 (ppm)? b) Calcula a taxa média de subida em dois intervalos: 1958–2000 e 2000–2024 (ppm/ano) e compara. c) Que conclusão tira sobre a tendência?

Ano	1750	1958	2000	2024
CO_2 (ppm)	~280	~315	~370	~425

6. Avalia as fontes: (A) «artigo revisado por pares, com dados, método e intervalos de incerteza públicos»; (B) «publicação num blogue com manchete alarmista, sem dados nem autor identificado». Indica quatro critérios que usarias para as hierarquizar e qual das fontes teria mais peso — e porquê.

7. Contra-argumento: alguém afirma: «O clima sempre mudou sozinho, logo o aquecimento atual também é natural.» Escreve dois contra-argumentos baseados em evidência (magnitudes, tempos e fatores naturais medidos) e uma resposta ao próprio argumento.

8. Corrige os erros conceptuais, justificando: a) «1,1 °C de aquecimento é insignificante — o clima varia muito mais que isso.» b) «Como os modelos têm incerteza, não se sabe praticamente nada.» c) «A onda de calor deste ano prova o aquecimento global.»

© 2026 Estudantices

9. Ordena o método científico aplicado ao clima (do 1 ao 6): ( ) testar previsões com dados novos e revisar os modelos · ( ) observar séries longas (Keeling, núcleos de gelo) · ( ) comunicar resultados e incertezas à comunidade e à sociedade · ( ) formular hipóteses (ex.: os gases de estufa explicam o aquecimento) · ( ) construir modelos que simulam o sistema climático · ( ) comparar previsões com observações e identificar discrepâncias.

10. Ordens de grandeza: desde 1750, o CO_2 subiu de ~280 para ~425 ppm. a) Que variação absoluta? b) Que variação relativa (% do valor inicial)? c) Entre 2000 e 2024 subiu 55 ppm — que taxa média anual representa?

11. Resposta curta: distingue, com um exemplo cada, «evidência», «opinião» e «prova» no contexto de um debate sobre clima.

12. Desenvolvimento — argumentação CTSA. Escreve um parágrafo argumentativo (tese · dois argumentos com evidência · um contra-argumento e a sua refutação) sobre: «A atividade humana é o principal motor do aquecimento atual.» Usa pelo menos dois dados desta ficha.

© 2026 Estudantices

Soluções — Atividade Antropogénica e Ambiente

1. a) **V** — desde a revolução industrial, a queima de fósseis e o uso do solo aumentaram os gases de estufa. b) **F** — a radiação solar não aumentou desde meados do séc. XX; além disso, o Sol não explica o aumento de CO_2 — este mede-se diretamente. c) **V** — a correlação é o primeiro passo; a causalidade exige mecanismo físico, dados experimentais e coerência entre linhas de evidência. d) **F** — as emissões vulcânicas anuais são muito inferiores (ordem de grandeza) às humanas.

2. 1 → **c** · 2 → **a** · 3 → **b** · 4 → **d**.

3. a) **ppm** b) **fósseis** c) **sumidouro** d) **efeito estufa** e) **metano**.

4. a) **280 ppm** b) **1958** c) **manteve-se estável na prática**.

5. a) 425 − 280 = **145 ppm**. b) 1958–2000: (370 − 315) ÷ 42 anos ≈ **1,3 ppm/ano**; 2000–2024: (425 − 370) ÷ 24 anos ≈ **2,3 ppm/ano**. c) A taxa atual é quase o dobro da segunda metade do séc. XX — a subida **acelera**, tendência coerente com o crescimento das emissões fósseis.

6. Critérios: (1) **autoria e revisão por pares** (quem assina, quem verificou); (2) **transparência de dados e método** (dá para repetir/verificar?); (3) **quantificação da incerteza** (dá intervalos ou só certezas?); (4) **atualização e enquadramento na literatura** (cita fontes e consenso?). A fonte **(A)** tem mais peso porque é verificável e falsificável — é assim que o conhecimento científico se acumula; (B) pode até dizer algo verdadeiro, mas sem dados nem método não permite avaliar se é fiável.

7. Contra-argumento 1 — **velocidade e magnitude**: as mudanças naturais passadas levaram milénios; o atual aumento de CO_2 e temperatura ocorre em séculos (o CO_2 subiu 145 ppm em ~270 anos, e metade disso desde 1958) — demasiado rápido para os ciclos orbitais. Contra-argumento 2 — **fatores naturais medidos**: o Sol estabilizou-se e o vulcanismo não aumentou; quando se incluem só os fatores naturais nos modelos, não reproduzem o aquecimento do pós-1950 — só com as emissões humanas. Refutação ao argumento: sim, o clima muda sozinho, mas isso não exclui causas humanas — cada mudança tem a sua causa identificável pelos dados, e esta tem a assinatura do carbono fóssil.

8. a) **Errado** — o que conta é a *taxa* e a escala: 1,1 °C em ~um século, global e permanente, desloca ecossistemas e eleva o nível do mar; as variações naturais maiores levaram milénios. b) **Errado** — incerteza *quantificada* (intervalos) é conhecimento: diz o que se sabe e com que margem; ignorar-a por causa da margem é confundir precisão com ausência de informação. c) **Errado** — um evento é ruido; a prova vem da *tendência* de séries longas (dias quentes anómalos mais frequentes, mínimos noturnos a subir).

9. Ordem: 1 — observar séries longas · 2 — formular hipóteses · 3 — construir modelos · 4 — comparar previsões com observações · 5 — testar com dados novos e revisar · 6 — comunicar resultados e incertezas.

10. a) 425 − 280 = **145 ppm**. b) 145 ÷ 280 × 100 ≈ **52 %**. c) 55 ÷ 24 ≈ **2,3 ppm/ano**.

11. **Evidência**: dado observado que sustenta uma hipótese — «o CO_2 subiu de 280 para 425 ppm e a temperatura subiu 1,1 °C». **Opinião**: juízo pessoal sem base obrigatoriamente em dados — «acho que o clima muda por razões que não controlamos». **Prova**: conjunto de evidências convergentes, testadas e reproduzíveis, que sustentam uma conclusão com elevada confiança — a assinatura isotópica do carbono fóssil + a física do efeito estufa + a ausência de tendência solar + a reprodução do aquecimento só com forças humanas nos modelos.

12. (modelo) **Tese:** a atividade humana é o principal motor do aquecimento atual. **Argumento 1:** o CO_2 subiu de ~280 ppm (pré-industrial) para ~425 ppm, com aceleração desde 1958 (Keeling) — e a física do efeito estufa preveria exatamente esse aquecimento. **Argumento 2:** os fatores naturais medidos não chegam — o sol estabilizou-se desde meados do séc. XX e os modelos só reproduzem os ~1,1 °C quando se incluem as emissões humanas. **Contra-argumento:** «o clima já mudou antes sem humanos». **Refutação:** verdadeiro, mas essas mudanças foram disparadas por fatores identificáveis (orbitais, vulcanismo) e ao longo de milénios; a magnitude e a rapidez atuais, com a assinatura isotópica do carbono fóssil, apontam para uma causa nova — a atividade humana.

© 2026 Estudantices