

Sugestões/Orientações para resposta
Ficha de trabalho: componente teórico-prática

1. e 1.1. [Resposta variável, conforme as opções dos alunos e sua capacidade de argumentação.]

2.1. e 2.1.1 [Facultativo] Eventuais dificuldades dos alunos:

- **dióxido de carbono:** substância gasosa, que faz parte da atmosfera, e é constituído por moléculas formadas por um átomo de carbono ligado a dois átomos de oxigénio; é um importante gás com efeito de estufa; para mais informação: [http://www.infopedia.pt/\\$dióxido-de-carbono](http://www.infopedia.pt/$dióxido-de-carbono);
- **concentração:** quantidade de substância dissolvida por unidade de volume. In <http://www.priberam.pt/dlpo/concentra%C3%A7%C3%A3o>;
- **aquecimento global:** aumento da temperatura média a nível da atmosfera superficial do planeta Terra;
- **partes por milhão:** remeter para a definição que a própria notícia apresenta e analisar o seu significado;
- **sigla:** vocábulo formado com as letras ou sílabas iniciais de uma sequência de palavras e que, geralmente, se pronuncia soletrando o nome de cada letra (ex.: U.E. por União Europeia, E.U.A. por Estados Unidos da América, etc.). In <http://www.priberam.pt/dlpo/sigla>;
- **molécula:** espécie química, eletricamente neutra, formada por um ou mais átomos, sempre em número limitado, de um elemento ou elementos diferentes e que é a menor porção dessa espécie capaz de participar em reações químicas. In <http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/mol%C3%A9cula>;
- **gases com efeito de estufa:** gases que permitem a existência do efeito de estufa;
- **efeito de estufa:** existência de uma temperatura média global superior à que existiria caso a Terra não tivesse uma atmosfera com ga-

ses capazes de absorver radiação do Sol e, por consequência, aquecer a superfície do nosso planeta; para mais informação:

http://www.ipma.pt/pt/educativa/faq/climatologia/faqdetail.html?f=/pt/educativa/faq/climatologia/faq_0006.html

[http://www.infopedia.pt/\\$efeito-de-estufa](http://www.infopedia.pt/$efeito-de-estufa);

- **era industrial:** época da história humana caracterizada pela forte industrialização da Europa, América do Norte e Japão, a partir do século XIX;
- **revolução industrial:** conjunto das transformações tecnológicas e industriais que, de forma radical, ocorreu entre cerca de 1730 e 1850 na Inglaterra, alastrando, no decurso do século XIX, ao continente europeu, América do Norte e Japão. In [http://www.infopedia.pt/\\$revolucao-industrial](http://www.infopedia.pt/$revolucao-industrial);
- **energias fósseis:** fontes de energia que se formaram durante milhares de anos, por fossilização de matéria orgânica; carvão, petróleo e gás natural. Mais informação em: [http://www.infopedia.pt/\\$combustiveis-fosseis](http://www.infopedia.pt/$combustiveis-fosseis);
- **combustão:** queima; reação química em que uma substância (o combustível) se combina com oxigénio ou com outros elementos (comburente), libertando calor e luz; adaptado de <http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/combust%C3%A3o>;
- **era pré-industrial:** refere-se a períodos de tempo anteriores à revolução industrial (antes do séc. XVIII-XIX);
- **emissões:** neste contexto refere-se à libertação de CO₂ para a atmosfera;
- **alterações climáticas:** conjunto de alterações no clima que persistem durante longos períodos; têm causas naturais (ex.: ciclos de maior ou menor irradiação do Sol) e causas humanas (ex.: emissão massiva de gases com efeito de estufa para a atmosfera); têm uma grande variedade de impactes a vários níveis (ex.: extinção; maior intensidade de precipitação nuns locais e secas noutros; acidificação dos oceanos); para mais informação: [http://www.infopedia.pt/\\$alteracoes-climaticas](http://www.infopedia.pt/$alteracoes-climaticas).

2.2.1. As fontes são a NOAA (Agência norte-americana para os Oceanos e a Atmosfera), através dos membros: Pieter Tans (cientista) e James Butler (dirigente) e a Agência Internacional de Energia.

2.2.2. Estas são fontes de informação relevantes, pois, em princípio, serão fidedignas. São fontes primárias e pressupõe-se que estas agências recolhem os dados com rigor e correção.

2.2.3. [Nesta questão é relevante que os alunos refiram fontes de informação especializadas, isto é, que tenham conhecimento técnico e científico para comentarem o assunto em questão. Neste caso, seriam cientistas ou agências especializadas no estudo das alterações climáticas. O professor poderá fazer referência ao IPCC (Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas) (<http://www.ipcc.ch/>) e às Nações Unidas (<http://www.un.org/climatechange/>).]

2.3. A informação é credível.

2.3.1. Esta é informação que vem de fontes fidedignas, que recolheram dados em estações de medida espalhadas pelo mundo e estudos feitos no gelo polar. As primeiras são importantes para fornecerem dados para a determinação das concentrações de CO₂ atuais (e desde que se criaram estes sistemas de medida). Os segundos, por analisarem bolhas de ar presas no gelo formado há milhares de anos nos polos, permitem determinar a concentração do mesmo gás ao longo do tempo geológico. Logo, estas fontes disponibilizam evidências de que a concentração do CO₂ variou ao longo da História da Terra.

2.4.1. O acontecimento obedece aos seguintes *valores-notícia*:

- *Relevância e Proximidade*: o recorde noticiado relaciona-se com as alterações climáticas e, por isso, afeta a vida de todos os possíveis leitores;
- *Novidade*: é a primeira vez que a concentração atmosférica de CO₂, a nível mundial, atingiu os 400 ppm;
- *Tempo*: o tema das alterações climáticas está na agenda mediática.

2.5.

Funcionamento do sistema climático	Causas das alterações climáticas	Impactes das alterações climáticas	Possíveis soluções
A regulação da temperatura superficial da Terra está associada à concentração atmosférica de gases com efeito de estufa, em particular o CO ₂ .	O uso massivo da combustão de carvão e petróleo, para obter energia, liberta para a atmosfera grandes quantidades de CO ₂ . O aumento da concentração atmosférica de CO ₂ intensifica o efeito de estufa, logo, conduz ao aquecimento global da superfície da Terra.	Não está presente na notícia.	É necessário eliminar cerca de 80% das emissões de CO ₂ provenientes da combustão de fontes de energia fósseis.

2.6.1. Os gases com efeito de estufa (GEE) mencionados na notícia são: o dióxido de carbono (CO₂) e o vapor de água (H₂O), ainda que este último seja referido de forma indireta. Estes são também os GEE que mais contribuem para o aquecimento da Terra.

2.6.2. Outros GEE são: metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), ozono (O₃), clorofluorcarbonetos (CFC), entre outros.

[Exemplo de *site* que contém esta informação:
http://ec.europa.eu/clima/change/causes/index_pt.htm]

2.6.3. CO₂: queima de combustíveis fósseis para a obtenção de energia; a destruição de florestas e os incêndios florestais (são, sobretudo, fatores antropogénicos), erupções vulcânicas, respiração celular (processo de obtenção de energia nas células), decomposição de matéria orgânica (fatores antropogénicos)

H₂O: todos os processos de evaporação de água
- na superfície dos oceanos, rios, lagos, etc.

- na superfície dos solos, rochas, etc.
- evapotranspiração (vapor de água libertado em consequência dos mecanismos de sobrevivência dos seres vivos)
- em resultado de processos industriais, atividades de turismo/lazer humanas, etc.

CH₄: decomposição de matéria orgânica na presença de baixa concentração de oxigénio e queima incompleta de combustíveis (fósseis ou de origem biológica) – fatores naturais ou antropogénicos; libertação em vulcões de lama e em zonas pantanosas (naturais), cultivo de arroz e pecuária de mamíferos ruminantes, aterros com resíduos orgânicos, fugas de gás durante a exploração de petróleo (antropogénicas)

N₂O: emissões dos solos e oceanos, reações químicas desencadeadas por relâmpagos e fixação biológica de azoto (naturais), aplicação de fertilizantes nitrogenados (com elevado conteúdo em azoto) na agricultura, queima de combustíveis fósseis e de biomassa, alguns processos industriais (antropogénicos).

[Exemplo de *site* que contém este tipo de informação:
http://ec.europa.eu/clima/change/causes/index_pt.htm]

2.7. Dados referentes aos últimos 800 mil anos indicam que, antes da Revolução Industrial, a taxa de CO₂ na atmosfera não terá ultrapassado os 300 ppm. Dados recolhidos recentemente dão conta de que a concentração média mundial mensal de CO₂ na atmosfera ultrapassou, pela primeira vez, o patamar de 400 ppm, pelo que se conclui que houve um aumento considerável dessa concentração num espaço de tempo bastante curto (150 anos).

2.7.1 As diferenças observadas dever-se-ão à queima de combustíveis fósseis para obtenção de energia utilizável pelo Homem, como resultado da crescente industrialização. Esta teve início no século XVIII em Inglaterra e intensificou-se e dispersou-se geograficamente nos séculos seguintes.

2.8.1. Não seria possível evitar as alterações climáticas, mesmo num cenário de estabilização imediata das emissões de gases com efeito de estufa.

2.8.2. Esta informação é disponibilizada por James Butler, um dirigente da NOAA (agência americana que realiza acompanhamento da emissão de gases com efeito de estufa - GEE), que refere que estabilizar a taxa de emissão de GEE não é suficiente para travar as alterações climáticas. O especialista afirma que tal será possível apenas se houver a eliminação de cerca de 80% das emissões de CO₂ provenientes da combustão de fontes de energia fósseis.

3.1. a) O "limite" superior da atmosfera, representado por uma linha branca, não corresponde ao "efeito estufa". A representação, tal como está, transmite a ideia de que a camada de ozono corresponde ao efeito de estufa. Na verdade, este é um fenómeno que ocorre nas camadas inferiores da atmosfera, que contêm gases com efeito de estufa (GEE). A cama de ozono encontra-se a maior altitude.

b) O "limite" superior da atmosfera, representado por uma linha branca, não corresponde aos "gases estufa", por motivo semelhante ao indicado acima.

c) A *voz-off* afirma que os GEE impedem os raios infravermelhos (IV) de escaparem para o Espaço. Isto é parcialmente correto: há uma parte da radiação IV que permanece retida na atmosfera e uma parte que escapa.

d) "Gás carbónico" é uma expressão brasileira; em Portugal diz-se "dióxido de carbono".

e) [Os alunos poderão referir, incorretamente, que o efeito de estufa não é um fenómeno natural. Nesse caso, o professor deve indicar que, tal como explica a *voz-off*, se não existissem na atmosfera GEE, a vida na Terra não se teria desenvolvido. O que acontece é que as atividades do Homem estão a **intensificar** o fenómeno do efeito de estufa.

f) [Os valores de temperatura média superficial da Terra apresentados estão corretos (-18°C sem atmosfera; 15°C com atmosfera).

g) Caso os alunos refiram que o dióxido de carbono não existe em baixas concentrações na atmosfera (possivelmente induzidos pela notícia do recor-

de da sua concentração atmosférica), destacar que 400 ppm é uma concentração muito baixa, logo, é um gás raro na atmosfera, mas que contribui de forma muito significativa para o efeito de estufa.]

3.2. [Principais ideias a incluir:

- A radiação do Sol atinge a Terra.
- Parte da radiação solar é refletida pela atmosfera, solos e oceanos.
- Alguma radiação é absorvida e transforma-se noutra tipo de radiação: radiação infravermelha (IV).
- Uma parte da radiação IV escapa-se para o Espaço.
- Os GEE (como H₂O e CO₂) absorvem a restante parte da radiação IV emitida pelos solos, oceanos e gases da atmosfera. Desta forma aquecem a superfície da Terra, tendo esta uma temperatura média de 15°C.]

3.3. Ambas as afirmações estão incorretas.

3.3.1. O buraco na camada do ozono e as alterações climáticas são problemas ambientais **distintos**. O buraco na camada do ozono **não é** uma causa relevante do aquecimento global.

A camada do ozono absorve radiação solar ultravioleta (UV) e localiza-se na estratosfera. Os CFC reagem com o ozono, provocando a diminuição da concentração de ozono dessa camada. A menor concentração de ozono estratosférico tem como consequência a penetração de mais radiação UV na baixa atmosfera, afetando negativamente a vida na Terra e aumentando a incidência de cancro de pele. Contudo, a radiação UV **não aquece** a superfície do planeta; antes pelo contrário.

O ozono também pode existir na troposfera, devido às atividades humanas, sendo considerado poluente. O ozono troposférico atua como gás com efeito de estufa, logo, absorve radiação infravermelha. Os CFC também contribuem moderadamente para o efeito de estufa.

Pensa-se que a diminuição da camada de ozono contribui para **reduzir** o efeito de estufa. Contudo, este contributo é pequeno quando comparado com o contributo do aumento da concentração atmosférica de outros GEE.

[Outra possível fonte de informação a considerar, caso os alunos sejam proficientes na leitura de inglês, é

http://ozone.unep.org/Assessment_Panels/SAP/Scientific_Assessment_2010/SAP-2010-FAQs-update.pdf, página Q.55.]

4.1. e 4.1.1. [Facultativo] Eventuais dificuldades dos alunos:

- **aquecimento global:** aumento da temperatura média a nível da atmosfera superficial do planeta Terra. NOTA: esta expressão deverá já ter sido esclarecida no âmbito da notícia anterior;
- **conspiração:** planeamento de ação ou ações contra alguém ou alguma coisa (por exemplo, “eles conspiraram para derrubar o presidente”);
- **ONU:** Organização das Nações Unidas;
- **ceticismo:** disposição para duvidar de tudo; incredulidade. In <http://www.priberam.pt/dlpo/ceticismo>;
- **alterações climáticas:** conjunto de alterações no clima que persistem durante longos períodos; têm causas naturais (ex.: ciclos de maior ou menor irradiação do Sol) e causas humanas (ex.: emissão massiva de gases com efeito de estufa para a atmosfera); têm uma grande variedade de impactes a vários níveis (ex.: extinção; maior intensidade de precipitação nuns locais e secas noutros; acidificação dos oceanos); para mais informação: [http://www.infopedia.pt/\\$alteracoes-climaticas](http://www.infopedia.pt/$alteracoes-climaticas). NOTA: esta expressão deverá já ter sido esclarecida no âmbito da notícia anterior;
- **ilusão:** engano dos sentidos ou pensamento. In <http://www.priberam.pt/dlpo/ilusão>;
- **modelo climático:** esquema/construção teórico(a) que representa o funcionamento do clima atual ou projetado para o futuro (baseado em <http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/modelo>);
- **CO₂:** fórmula química do dióxido de carbono;
- **dióxido de carbono:** substância gasosa, que faz parte da atmosfera, e é constituída por moléculas formadas por um átomo de carbono ligado a dois átomos de oxigénio; é um importante gás com efeito de

estufa; para mais informação: [http://www.infopedia.pt/\\$dioxido-de-carbono](http://www.infopedia.pt/$dioxido-de-carbono);

- **alegações:** aquilo que se alega; argumentação; exposição. In <http://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/alegacao>.

4.2.1. [Facultativo] Maurice Newman.

4.2.2. [Facultativo] A fonte consultada é um conselheiro do primeiro-ministro australiano, possivelmente com conhecimentos fortes na área da economia, mas não na ciência das alterações climáticas. Logo, não será a melhor fonte de informação neste contexto.

4.2.3. [Facultativo] [Nesta questão é relevante que os alunos refiram fontes de informação especializadas, isto é, que tenham conhecimento técnico e científico para comentarem o assunto em questão. Neste caso, seriam cientistas ou agências especialistas no estudo das alterações climáticas. O Professor poderá fazer referência ao IPCC (Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas) (<http://www.ipcc.ch/>) e às Nações Unidas (<http://www.un.org/climatechange/>).]

4.3. [Facultativo] O acontecimento obedece aos seguintes *valores-notícia*:

- *Notoriedade:* Maurice Newman é conselheiro próximo de um primeiro-ministro de um país desenvolvido;
- *Relevância:* Embora seja cético, Newman tem o potencial de influenciar políticas em relação às Alterações Climáticas;
- *Inesperado:* Newman considera que as Alterações Climáticas são inventadas pela ONU para controlarem o mundo;
- *Tempo:* o acontecimento é atual, e resulta de um artigo de opinião publicado no "The Australian", no dia 8-05-2015 (dia em que a notícia foi produzida).

4.4. 1º argumento: 95% dos modelos climáticos estão errados.

2º argumento: quase duas décadas de estabilidade de temperatura.

4.5.1. Um modelo climático está correto se:

- reproduzir com sucesso o passado; e
- prever com sucesso fenómenos futuros.

Segundo o *website* "Skeptical Science", produzido por um especialista em alterações climáticas, os dados observados confirmam que os modelos climáticos são credíveis.

Para avaliar a ocorrência de alterações climáticas, é importante considerar períodos de, pelo menos, 30 anos. Logo, 20 anos serão insuficientes para concluir que há estabilidade de temperatura. Adicionalmente, Maurice Newman, não apresentou dados de estações meteorológicas que suportem essa estabilidade (o texto refere que Newman não fundamenta as suas alegações).

Projeto financiado por:



Equipa:



Projeto:

