

GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 32

FÍSICA E QUÍMICA A 10.º ANO

Tema 2: Propriedades e Transformações da Matéria

Subtema 3: Transformações Químicas



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A
APRENDIZAGEM?



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

O Ozono na Troposfera e na Estratosfera

O ozono é uma molécula pequena, mas com enorme impacto na vida na Terra. Na estratosfera, protege-nos da radiação ultravioleta, funcionando como um escudo invisível que preserva a saúde humana e os ecossistemas. Na troposfera, pode tornar-se um poluente perigoso, afetando a qualidade do ar que respiramos.

O estudo do ozono permite compreender como a ciência explica fenómenos naturais, como a química se liga à geografia e à biologia, e como as nossas escolhas influenciam o planeta. É uma oportunidade para pensar como cidadãos conscientes podem contribuir para um futuro mais sustentável.



O QUE VOU APRENDER?

- Interpretar as reações químicas em termos de quebra e formação de ligações.
- Explicar, no contexto de uma reação química, o que é um processo exotérmico e endotérmico.
- Designar a variação de energia entre reagentes e produtos como entalpia, interpretar o seu sinal e reconhecer que, a pressão constante, a variação de entalpia é igual ao calor trocado com o exterior.
- Relacionar a variação de entalpia com as energias de ligação de reagentes e de produtos.
- Identificar a luz como fonte de energia das reações fotoquímicas.
- Relacionar a elevada reatividade dos radicais livres com a particularidade de serem espécies que possuem eletrões desemparelhados e explicitar alguns dos seus efeitos na atmosfera e sobre os seres vivos, por exemplo, o envelhecimento.
- Investigar, experimentalmente, o efeito da luz sobre o cloreto de prata, avaliando procedimentos e comunicando os resultados.
- Pesquisar, numa perspetiva intra e interdisciplinar, os papéis do ozono na troposfera e na estratosfera, interpretando a formação e destruição do ozono estratosférico e comunicando as suas conclusões.
- Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania: Desenvolvimento Sustentável e Saúde.



COMO VOU APRENDER?

GTA 29: Energia de ligação e reações químicas

GTA 30: Reações fotoquímicas na atmosfera

GTA 31: Reação fotoquímica (atividade experimental)

GTA 32: Formação e destruição do ozono na estratosfera

Tema 2: Propriedades e Transformações da Matéria

Subtema 3: Transformações Químicas



GTA 32: Formação e destruição do ozono na estratosfera

Objetivos:

- Pesquisar, numa perspetiva intra e interdisciplinar, os papéis do ozono na troposfera e na estratosfera, interpretando a formação e destruição do ozono estratosférico e comunicando as suas conclusões.

Modalidade de trabalho: individual e/ou de grupo.

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

TAREFA 1: Assiste ao vídeo[Destruição da camada de ozono](#)

O vídeo mostra como o ozono se forma e se destrói na estratosfera, explicando o seu papel essencial na proteção contra as radiações solares mais perigosas, como os raios ultravioleta.

No **caderno diário**, regista o processo de:

- formação do ozono.
- destruição do ozono.

TAREFA 2 - “Ozono Bom” e “Ozono Mau”!**Etapas 1: Reflete e Sintetiza**

Pesquisa, no teu manual, informação que te permita complementar a aprendizagem. Se tiveres dúvidas, **revisita** o tema na videoaula:



[Formação e destruição do ozono na estratosfera | Estudo Autónomo](#)

No **caderno diário**, responde, de forma resumida e organizada, às seguintes questões:

1. Qual é a função do ozono na estratosfera (“ozono bom”)?
2. Por que razão o ozono na troposfera pode ser prejudicial (“ozono mau”)?
3. Que ações humanas contribuem para a destruição da camada de ozono?
4. Justifica o título desta tarefa: “Ozono Bom” e “Ozono Mau”.
5. Que medidas internacionais têm sido adotadas para proteger a camada de ozono?

Etapas 2: Partilha o conhecimento

Partilha e discute, com os teus colegas, o teu resumo.



TAREFA 3: Exercícios Resolvidos

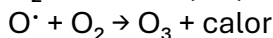
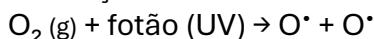
Exercício 1 – Ozono Estratosférico

1.1 Representa as equações químicas que ilustram o ciclo natural de formação e destruição do ozono na estratosfera.

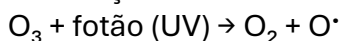
Proposta de resolução:

O ozono que serve para impedir que os raios ultra violeta (UV) nocivos atinjam a superfície terrestre é um produto de uma sequência de reações exotérmicas provocadas pela radiação UV proveniente do Sol.

Formação:

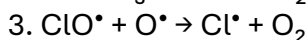
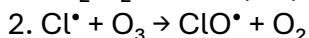
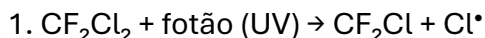


Destruição:



Exercício 2 – Reações em Cadeia: Ação dos Clorofluorcarbonetos (CFC) na destruição da camada do ozono estratosférico.

2.1 Analisa e explica as seguintes reações químicas:



Proposta de resposta:

Na reação 1, a radiação UV quebra a molécula de CFC, libertando um radical de cloro ($\text{Cl}^\bullet$).

Na reação 2, o $\text{Cl}^\bullet$ reage com o ozono (O_3), destruindo-o e formando $\text{ClO}^\bullet$ e O_2 .

Na reação 3, o $\text{ClO}^\bullet$ reage com um átomo de oxigénio ($\text{O}^\bullet$), regenerando o $\text{Cl}^\bullet$.

2.2 Um único átomo de cloro pode destruir até 100.000 moléculas de ozono. Explica o papel do cloro na destruição do ozono, com base nas reações químicas envolvidas.

Proposta de resposta:

O cloro atua como catalisador no ciclo de destruição do ozono.

Após reagir com uma molécula de ozono (O_3), forma $\text{ClO}^\bullet$, que pode reagir com um átomo de oxigénio ($\text{O}^\bullet$) e regenerar o $\text{Cl}^\bullet$. Como o cloro não é consumido, pode repetir este ciclo milhares de vezes, destruindo muitas moléculas de ozono.



Exercício 3 – Destruição da camada do ozono: Impacto Ambiental e na Saúde

3.1 Explica por que razão a destruição da camada de ozono é mais acentuada na Antártida.

3.2 Quais são as consequências para o ambiente e para a saúde resultantes da destruição do ozono estratosférico.

Proposta de resolução:

3.1 A destruição é mais acentuada na Antártida, devido às condições meteorológicas extremas que favorecem a formação de nuvens estratosféricas polares. Estas nuvens facilitam reações químicas que libertam grandes quantidades de cloro ativo.

3.2 Quando a camada de ozono é destruída, mais radiação ultravioleta (UV) chega à Terra. Isso pode provocar mais casos de cancro da pele, problemas nos olhos, como cataratas, enfraquecer o sistema imunitário, afetar os seres vivos do mar, como o fitoplâncton, e até diminuir a produção de alimentos.

TAREFA 4: Aplica e pratica

Etapa 1: Resolve o exercício do cálculo do impacto dos CFCs.

Imagina que uma tonelada de CFC-12 é libertada na atmosfera.

Sabendo que cada molécula pode libertar um átomo de cloro e que cada átomo pode destruir 100.000 moléculas de ozono, estima **quantas moléculas de ozono podem ser destruídas**.

Etapa 2: Analisa e resolve os exercícios propostos no teu manual de química.

Compara a tua resolução com a do manual e, se possível, **discute-a** com os teus colegas.



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2: “Ozono Bom” e “Ozono Mau”!

Etapa 1: Reflete e Sintetiza

1. Qual é a função do ozono na estratosfera (“ozono bom”)?
2. Por que razão o ozono na troposfera pode ser prejudicial (“ozono mau”)?
3. Que ações humanas contribuem para a destruição da camada de ozono?
4. Justifica o título desta tarefa: “Ozono Bom” e “Ozono Mau”.
5. Que medidas internacionais têm sido adotadas para proteger a camada de ozono?

1. Qual é a função do ozono na estratosfera (“ozono bom”)?

O ozono na estratosfera é essencial para a vida na Terra. Ele forma a chamada camada de ozono, que atua como um filtro natural (escudo protetor) da radiação ultravioleta (UV-B e UV-C) proveniente do Sol. Sem essa proteção, os níveis de radiação UV seriam muito mais elevados, podendo causar problemas sérios de saúde, como cancro de pele, problemas oculares e danos ao sistema imunitário, bem como afetar negativamente os ecossistemas.

2. Por que razão o ozono na troposfera pode ser prejudicial (“ozono mau”)?

Na troposfera, a camada mais próxima da superfície terrestre, o ozono é considerado um poluente secundário. Não sendo emitido diretamente, o ozono forma-se através de reações químicas entre poluentes, como os óxidos de azoto (NOx) e compostos orgânicos voláteis (COVs) sob a ação da luz solar. O ozono troposférico pode causar problemas respiratórios, irritações nos olhos e danos às plantas, sendo prejudicial à saúde humana e ao ambiente.

3. Que ações humanas contribuem para a destruição da camada de ozono?

A principal causa da destruição da camada de ozono é a emissão de substâncias químicas como os clorofluorocarbonetos (CFCs), halons e outros gases halogenados. Estas substâncias eram usadas em aerossóis, frigoríficos, ar condicionado e espumas isolantes. Quando chegam à estratosfera, libertam átomos de cloro e bromo que destroem as moléculas de ozono, reduzindo, assim, a sua concentração.



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2: (continuação)

4. Justifica o título desta tarefa: “Ozono Bom” e “Ozono Mau”.

O título “Ozono Bom ” e “Ozono Mau” é uma forma simples de distinguir os dois papéis que o ozono desempenha nas diferentes camadas da atmosfera.

Ozono “Bom” refere-se ao ozono da estratosfera que protege a vida na Terra.

Ozono “Mau” refere-se ao ozono da troposfera que é um poluente nocivo à saúde e ao ambiente.

5. Que medidas internacionais têm sido adotadas para proteger a camada de ozono?

A principal medida internacional foi o Protocolo de Montreal assinado em 1987. Este acordo global visa eliminar, gradualmente, a produção e o consumo de substâncias que destroem a camada de ozono. A implementação deste protocolo é um exemplo de sucesso na cooperação internacional para a proteção ambiental. O [Dia Internacional da Preservação da Camada de Ozono](#) celebra-se a 16 de setembro e visa informar o público sobre os perigos da destruição do ozono, bem como dos progressos alcançados com o Protocolo de Montreal e com a convenção de Viena no controlo dos níveis de ozono e radiação UV.

TAREFA 4: Aplica e pratica

Etapa 1: Resolve o exercício do cálculo do impacto dos CFCs.

Quantas moléculas de ozono podem ser destruídas?

1 tonelada de **CFC-12** $\approx 4.5 \times 10^{24}$ moléculas

Cada molécula $\rightarrow$ 1 átomo de Cl

Cada átomo de Cl $\rightarrow$ destrói 10^5 moléculas de ozono

Total de moléculas de ozono destruídas: $4.5 \times 10^{24} \times 10^5 = 4.5 \times 10^{29}$ moléculas de ozono.



O QUE APRENDI?

Já sabes interpretar a formação e destruição do ozono estratosférico?

És capaz de...

- pesquisar, numa perspetiva intra e interdisciplinar, os papéis do ozono na troposfera e na estratosfera?
- comunicar conclusões?
- relacionar estes conceitos com aprendizagens anteriores?
- perceber quando precisas de ajuda e pedir orientação?

Sugestões:

Analisa as propostas de resolução dos exercícios. Se necessário, repete as tarefas.

Estuda com um ou mais colegas de turma para reforçares as aprendizagens e, se possível, esclarece as tuas dúvidas.

Pratica, resolvendo os exercícios do teu manual escolar.



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Explora os recursos:

[How CFC's Deplete the Ozone Layer](#)



[ESA Euronews: A camada de ozono e os mistérios do clima](#)



[The Ozone Hole: Closing the Gap](#)



[Camada de ozono em recuperação](#)



[Ozono na atmosfera de Portugal \(agosto 2025\)](#)



[Moléculas e Luz](#) (Simulador PhET)



[Eyes on the Earth](#) (Simulador NASA)

