

1º/2º ciclos
8-11



Conjunto de recursos educativos

O OZONO É BOM OU MAU?

Descoberta do buraco do ozono na Antártida

Guia do professor e fichas de trabalho



Visão geral	página 3
Resumo das atividades	página 4
Clima a Partir do Espaço	página 6
Ozono na atmosfera: informações gerais	página 7
Atividade 1: PORQUE É QUE O OZONO É IMPORTANTE?	página 9
Atividade 2: QUAL É A EFICÁCIA DO MEU PROTETOR SOLAR?	página 11
Atividade 3: O BURACO DO OZONO	página 15
Ficha de trabalho 1	página 17
Ficha de trabalho 2	página 18
Ficha de trabalho 3	página 20
Ficha de informação 1	página 21
Ficha de informação 3	página 22
Links	página 23
Apêndice: SABIA QUE?	página 24

Iniciativa sobre alterações climáticas conjunto de recursos educativos – O OZONO É BOM OU MAU? <https://climate.esa.int/en/educate/>

Conceito das atividades desenvolvido pela University of Twente (Países Baixos) e National Centre for Earth Observation (Reino Unido)

O Departamento da ESA para o Clima agradece feedback e comentários <https://climate.esa.int/helpdesk/>

Produzido pelo Departamento da ESA para o Clima
Copyright © European Space Agency 2020

O OZONO É BOM OU MAU? Visão geral

Descoberta do buraco de ozono na Antártida

Introdução	Breve descrição
Áreas Curriculares: Geografia, Ciência, Ciências da Terra Nível etário: 8–11 anos Tipo: leitura, atividade prática Complexidade: de fácil a média Tempo de aula necessário: 3 horas Custo: baixo (5–20 euros) Local: interior/exterior Inclui a utilização de: protetor solar, contas UV, Internet Palavras Chave: ozono, buraco de ozono, luz ultravioleta (UV), gases de efeito de estufa, poluente, experiência, satélite	Neste conjunto de atividades os alunos vão saber mais sobre o ozono e os impactos - bons e maus – que ele tem sobre a vida na Terra. A primeira atividade dá uma ideia geral destes efeitos, descreve como é medido o ozono e introduz a história do buraco de ozono na Antártida. Há uma atividade prática que investiga a eficácia do protetor solar. Na última atividade, os alunos utilizam dados reais de satélite para explorarem como tem variado a concentração do ozono no mundo, durante as últimas duas décadas.

Resultados de aprendizagem pretendidos

Tendo trabalhado ao longo destas atividades, os alunos serão capazes de:

Sintetizar os efeitos do ozono, de diferentes partes da atmosfera, na vida da Terra.

Descrever a história do buraco do ozono na Antártida, incluindo o papel das observações de satélite na monitorização da sua recuperação.

Relacionar as partes de um modelo experimental com a situação da vida real que ele representa.

Avaliar a eficácia de um método experimental.

Executar uma atividade prática, seguindo instruções e registar os resultados sistematicamente.

Usar a aplicação Clima a Partir do Espaço para explorar alterações às concentrações globais do ozono.

Selecionar informação chave de uma variedade de fontes para apresentar um resumo preciso de investigação independente.

Resumo das atividades

	Título	Descrição	Resultados esperados	Pré-requisitos	Tempo
1	Porque é que o ozono é importante?	Exercício de compreensão, baseado numa história que relaciona medições de ozono com a vida real	Sintetizar os efeitos do ozono, de diferentes partes da atmosfera, na vida da Terra. Descrever a história do buraco do ozono na Antártida, incluindo o papel das observações de satélite na monitorização da sua recuperação.	Nenhum	30–60 minutos
2	Qual é a eficácia do meu protetor solar?	Atividade prática utilizando contas UV, para investigar o efeito protetor de diferentes tipos de protetores solares.	Relacionar as partes de um modelo experimental com uma situação da vida real que ele representa. Avaliar a eficácia de um método experimental. Realizar uma atividade experimental seguindo instruções e registando os resultados sistematicamente.	Nenhum	60–90 minutos
3	O buraco do ozono	Atividade de investigação utilizando a aplicação Clima a Partir do Espaço.	Usar a aplicação Clima a Partir do Espaço para explorar alterações nas concentrações globais do ozono. Selecionar informação chave de uma variedade de fontes para apresentar um resumo preciso de investigação independente.	Uma introdução ao tópico, isto é, Atividade 1	30–60 minutos + investigação (aprendizagem em casa) e tempo de feedback

Os tempos dados são para os exercícios principais supondo que há um acesso total às tecnologias de informação ou/e uma distribuição de cálculos e gráficos repetitivos na sala de aula. Eles incluem tempo para partilhar resultados, mas não incluem a apresentação dos mesmos pois esta vai variar consoante o tamanho da turma e dos grupos. Abordagens alternativas podem demorar mais tempo.

Informações práticas para professores

O **material necessário** para cada atividade está listado no início da secção respetiva, juntamente com notas referentes a qualquer preparação que seja necessária para além de copiar as fichas de trabalho e as fichas com informação.

As fichas de trabalho são de utilização única e podem ser copiadas a preto e branco.

As fichas com informação podem conter imagens maiores para que as introduza nas suas apresentações em sala de aula, informação extra para os alunos ou dados para eles trabalharem.

Estes recursos ficam melhor impressos ou copiados a cores, mas podem ser reutilizados.

Quaisquer **tabelas adicionais, conjuntos de dados ou documentos** necessários à atividade podem ser descarregados através dos links deste conjunto indo a <https://climate.esa.int/en/educate/climate-for-schools/>

Ideias adicionais e sugestões para **diferenciação** estão incluídos nos locais apropriados na descrição de cada atividade.

Respostas às fichas de trabalho e exemplos de resultados para as atividades práticas estão incluídos, para apoiarem a **avaliação**. Em pontos relevantes da descrição da atividade estão indicadas oportunidades para o professor usar critérios específicos para avaliar competências essenciais tais como a comunicação ou o tratamento de dados.

Saúde e segurança

Em todas as atividades, assumimos que vai continuar a seguir todos os seus procedimentos habituais relativamente à utilização do equipamento corrente (incluindo aparelhos elétricos tais como computadores), movimento na zona de aprendizagem, tropeções e derrames, primeiros socorros e etc. Como a necessidade destes procedimentos é universal, mas os pormenores da sua aplicação variam consideravelmente, nós não os descriminamos sempre. Em alternativa, salientamos os riscos específicos de uma determinada atividade prática, para o informar da avaliação de riscos. Algumas destas atividades utilizam a aplicação Clima a Partir do Espaço. É possível navegar daqui para outras partes do website Iniciativa sobre Alterações Climáticas da ESA e daí para websites externos. Se não conseguir – ou não desejar – limitar as páginas que os alunos podem ver, lembre-lhes as regras de segurança da sua internet local.

Clima a Partir do Espaço

Os satélites da ESA desempenham um importante papel na monitorização das alterações climáticas. Clima a Partir do Espaço (cfs.climate.esa.int) é um recurso online que usa histórias ilustradas para sintetizar algumas das formas nas quais o nosso planeta está a mudar e mostrar também o trabalho dos cientistas da ESA.

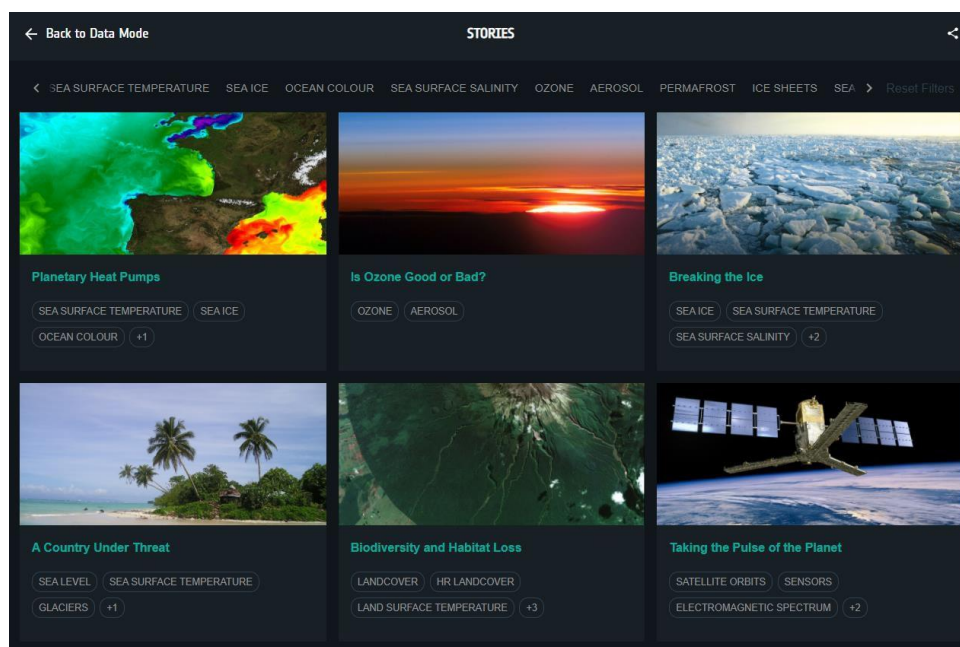


Figura 1: Histórias no Clima a partir do Espaço (Fonte: ESA CCI)

O Programa de Iniciativa sobre as Alterações Climáticas da ESA produz registos globais fiáveis de alguns aspetos chave do clima conhecidos como Elementos do Clima. A aplicação Clima a Partir do Espaço permite-lhe saber mais sobre os impactos das alterações climáticas, fazendo a sua pesquisa pessoal.

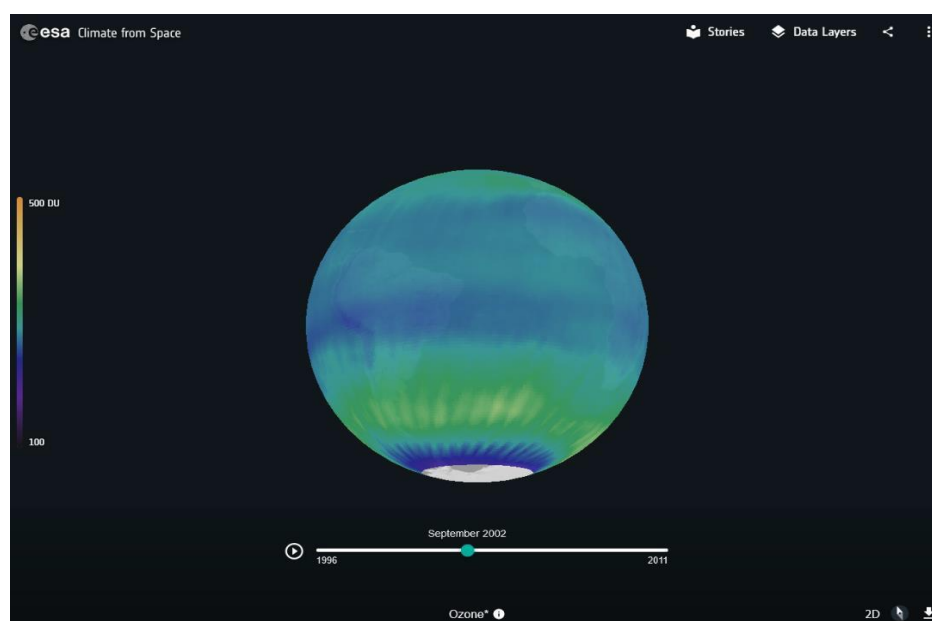


Figura 2: Explorando os níveis do ozono na aplicação Clima a Partir do Espaço (Fonte: ESA CCI)

Ozono na atmosfera: Informações gerais

Gases de efeito de estufa

A luz do sol atravessa a nossa atmosfera e aquece a Terra. A Terra, por sua vez, radia calor para o espaço exterior.

Os gases de efeito de estufa, na atmosfera, deixam entrar a luz do sol, mas aprisionam o calor que ele produz, reduzindo o efeito de arrefecimento (Figura 3). O ozono, constituído por átomos de oxigénio (O_3), é um desses gases de efeito de estufa.

O ozono e a luz ultravioleta

A luz ultravioleta (UV), invisível do Sol, provoca queimaduras solares e danifica a pele. É classificada em UVA (baixa energia), UVB (energia média) e UVC (UV com energia mais elevada). O ozono que se encontra na zona alta da atmosfera (20–50 km) absorve toda a radiação UVC mas deixa que alguma radiação UVA e UVB passe.

Os UVA formam ozono ao dividirem as moléculas de oxigénio (O_2) em átomos isolados, que rapidamente reagem com outras moléculas de oxigénio para formarem o ozono (O_3). Os UVB destroem o ozono dividindo-o em moléculas de oxigénio e átomos individuais, que se juntam para formar mais moléculas de oxigénio (Figura 4). Estes dois processos deveriam equilibrar-se normalmente, mas outras substâncias químicas, tais como as emitidas durante a queima de combustíveis fósseis, podem afetar a rapidez com que o ozono é formado e destruído. Isto conduz à redução da quantidade de ozono na zona alta da atmosfera e provoca uma concentração maior de ozono mais perto da superfície (Figura 5). O ozono junto ao solo pode provocar dificuldades respiratórias e até danos nos pulmões, particularmente em pessoas que já tenham problemas, tais como asma.

É importante lembrar que o ozono ‘bom’ da atmosfera superior e o ozono ‘mau’ mais abaixo são ambos a mesma substância.

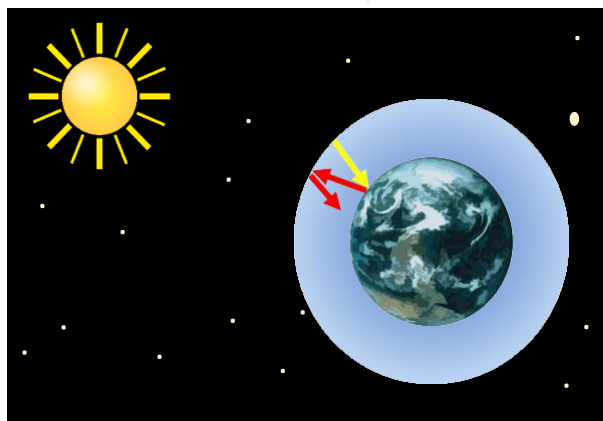


Figura 3: O efeito de estufa
(Fonte: Suhyb Salama, University of Twente)

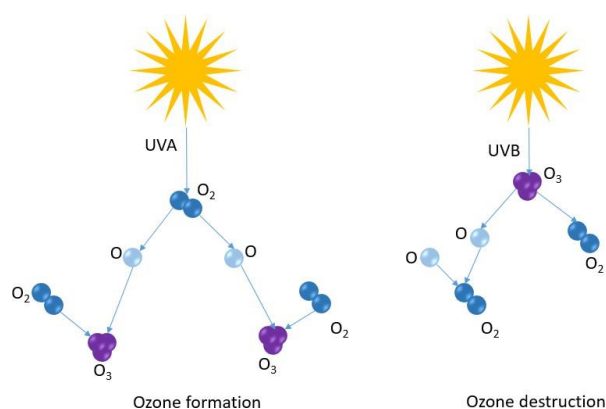


Figure 4: Formação e destruição natural do ozono
(Fonte: Suhyb Salama, University of Twente)

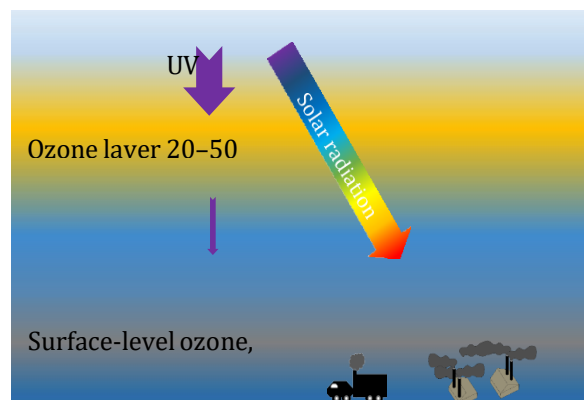


Figura 5: ozono ‘bom’ e ‘mau’ (Fonte: Suhyb Salama, University of Twente)

Medições do ozono

Podemos colocar instrumentos para medir o ozono ao nível do solo (por exemplo nas estações meteorológicas), no ar (em aviões ou balões) ou nos satélites. Estes permitem-nos medir o ozono em todo o globo e todos os dias, utilizando câmaras sensíveis aos UV: quanto mais fracos forem os UV, mais ozono existe na atmosfera.

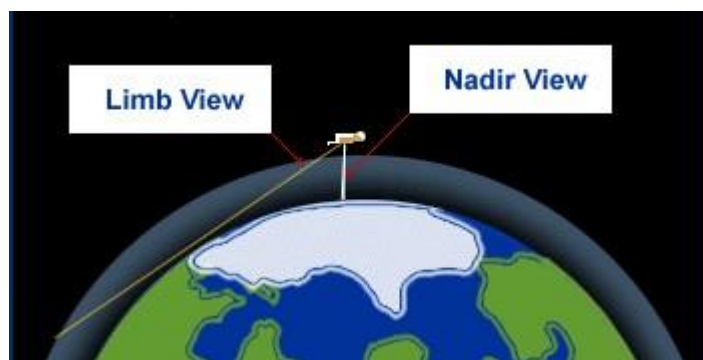


Figura 6: visualização vertical versus visualização oblíqua (Fonte: ESA)

Se a câmara olhar diretamente para baixo (visualização vertical Figura 6) mede a quantidade total de ozono na atmosfera. Isto é apresentado na aplicação Clima a Partir do Espaço como 'ozono global'. O olhar lateral através da atmosfera (visualização oblíqua na Figura 6) dá informação sobre a concentração do ozono a diferentes altitudes – um perfil do ozono – que podemos utilizar para comparar o ozono 'bom' e o 'mau'. O ozono disponível na atmosfera é medido em unidades Dobson. 100 unidades Dobson é a concentração equivalente a uma camada de ozono com uma espessura de um milímetro, à superfície da Terra (à temperatura e pressão normais). A unidade recebeu o nome de Gordon Dobson, um investigador da Universidade de Oxford, que construiu o primeiro aparelho para medir a concentração do ozono a partir do solo.

O buraco do ozono

Em 1979, engenheiros receberam os primeiros dados de um novo aparelho situado num satélite Americano. O sensor registou níveis de ozono tão baixos sobre a Antártida que foram considerados como erro instrumental. Não muito depois, uma equipa de cientistas Britânicos, numa estação de investigação na Antártida, publicou resultados, obtidos no solo, que mostravam níveis de ozono semelhantes. Afinal os valores baixos registados pelo satélite não estavam errados.

O 'buraco' na camada de ozono ganhou rapidamente a atenção dos média e dos responsáveis políticos, enquanto os cientistas tentavam perceber qual era a causa. Identificaram um grupo de gases chamados clorofluorcarbonetos (CFCs), que eram, nessa altura, largamente utilizados em aerossóis, extintores, frigoríficos e ares condicionados. Embora sejam maioritariamente inofensivos ao nível do solo, as moléculas dos CFCs, na zona alta da atmosfera, libertam átomos de cloro, quando atingidos pela radiação solar, e um único átomo de cloro pode dividir muitas moléculas de ozono. As concentrações de ozono estavam a diminuir no mundo inteiro, devido à deslocação do ar em torno do planeta, particularmente sobre a Antártida. Em 1987, numa conferência intergovernamental em Montreal, foram estabelecidos limites severos das emissões dos CFCs. Desde aí esses gases foram substituídos, em grande parte, por alternativas mais seguras e a camada do ozono está a recuperar. Mas é um processo lento: os CFCs ficam na atmosfera durante muito tempo por isso só é esperado que a concentração de ozono volte aos níveis de 1980 entre 2030–2060. O protocolo de Montreal é um exemplo de sucesso de como os dados climáticos, baseados em satélites, podem fornecer informação sobre a qual, os líderes mundiais conseguem fundamentar um acordo internacional para proteger o ambiente global.

Atividade 1: PORQUE É QUE O OZONO É IMPORTANTE?

Nesta atividade a história introduz o ozono como um gás invisível que protege a vida na Terra se estiver alto na atmosfera, mas prejudica a saúde das pessoas se estiver perto da superfície. Os leitores mais capazes podem conseguir ler a história sozinhos, talvez como preparação para a aula. Na sala de aula, pode usar material da história retirada do *Clima a Partir do Espaço* para complementar o texto.

Material necessário

- Ficha de informação 1
- Ficha de trabalho 1
- Recurso online *Clima a Partir do Espaço*: história *O ozono é bom ou mau?* (opcional)

Exercício

1. Debata com os alunos como é que eles se comportam de formas diferentes em locais diferentes— a sala de aula e o recreio, por exemplo. Explique que eles vão ouvir, ou ler, uma história sobre um gás que faz o mesmo. Eles deveriam escutar/procurar informação sobre aquilo que ele faz e onde.
2. Leia a história da ficha de informação 1 em conjunto com a turma, fazendo pausas nas alturas apropriadas, para verificar se estão a compreender. Pode ilustrar o texto com material da história do mesmo nome no *Clima a Partir do Espaço* como se indica:
 - A segunda imagem da galeria no slide 2 mostra o sol como o vemos e como seria se pudéssemos ver a luz ultravioleta.
 - A animação no slide 3 mostra medições do ozono. Note que o ‘buraco’ se apresenta como uma área irregular azul escura ou roxa (baixa concentração). Os círculos de bordos afiados com o mar em cinzento e o continente da Antártida a branco, são momentos e locais para os quais não temos informação (ver o marcador seguinte).
 - A secção do vídeo no slide 4 de 0:18 até 0:33, mostra como um satélite recolhe informação de toda a Terra, ao longo de vários dias e porque é que existe uma lacuna de informação nos polos.
 - A secção seguinte deste vídeo (até cerca de 1:20), mostra como o ozono se desloca ao redor do planeta. Isto pode ser útil se os alunos perguntarem porque é que as emissões de ozono causam um problema num local onde não vive muita gente, e ninguém necessita de frigorífico.
 - A primeira imagem da galeria, no slide 2 é um corte na atmosfera que mostra o ozono em azul. Se está a ir rapidamente para a Atividade 3, talvez seja melhor não mostrar isto como a cor usada para apresentar o ozono, pois esta cor corresponde à usada na aplicação da net para representar uma concentração relativamente baixa.
3. Peça aos alunos para completarem o quadro na ficha de trabalho 1, quer trabalhem individualmente ou em grupo. Aqueles que completarem esta tarefa rapidamente podem fazer mais um dos pontos seguintes:
 - Realizarem cálculos suplementares.
 - Fazerem uma lista de outros factos da história de que se lembrem ou/e de coisas que queiram perguntar.

- Procurar no texto informação sobre perguntas de compreensão adicionais tais como: O que causou o buraco na camada de ozono acima da Antártida? O que é que as pessoas têm feito para resolver isso? Como é que os satélites medem o ozono na atmosfera?
4. Verifique, na turma, as ideias que os alunos puseram na mesa, debatendo pontos extra, os que estão em falta ou deslocados. Pode terminar a sessão pedindo aos alunos para votarem sobre se acham que o ozono é mais bom do que mau ou mais mau do que bom, e a alguns que justifiquem a sua opinião.

Respostas das fichas de trabalho

O ozono é bom ou mau?

	Ozono Na parte alta da atmosfera	Ozono Na superfície da Terra
Como é que são diferentes	Bom Criado naturalmente Protege-nos da radiação UV	Mau Criado pela poluição Causa problemas nos pulmões
Como é que são o mesmo	O gás é o mesmo Pode ser medido por satélites	

Medir o ozono

300 unidades Dobson equivalem a uma camada de ozono de 3 mm à superfície da Terra.

Atividade 2: QUAL É A EFICÁCIA DO MEU PROTETOR SOLAR?

Uma experiência que usa contas sensíveis aos UV para analisar a proteção que o protetor solar oferece contra a perigosa radiação ultravioleta.

Material necessário

- Contas sensíveis aos UV, de preferência roxas ou rosa escuras pois estas dão uma gama mais clara de tons – 5 ou 6 para cada grupo (grupos diferentes podem ter cores diferentes, mas as contas usadas por um grupo devem ter a mesma cor)
- Placa de Petri ou outro recipiente raso e aberto – um por grupo (opcional)*
- Lápis de cor (da mesma cor das contas) – um por cada aluno
- Uma seleção de protetores solares com diferentes fatores de proteção (por exemplo FPS 20, 30 e 50) ou/e resistentes à água – cada grupo vai precisar de uma pequena quantidade de cada tipo, num recipiente pequeno (por exemplo uma tigela de metal)
- Provetas com água – uma por grupo
- Caneta hidrográfica ou outro marcador permanente fino – ver a preparação em baixo
- Fio e etiquetas adesivas (opcional) – ver a preparação em baixo
- Toalhas para mãos e para serem usadas num possível derrame
- Uma cópia da ficha de trabalho 2 (2 páginas) para cada aluno, cópias extra para o de caso de ocorrer um derrame

*as lanternas de UV (luz negra) permitem realizar a experiência dentro de casa ou quando o tempo está mau, e controlar a quantidade de luz a que as contas são expostas. Normalmente têm potência pequena demais para danificarem a vista e, por isso, a sua utilização é segura – mas verifique o folheto do fabricante e dê as instruções de segurança que estão em baixo. Além de acrescentarem custo à experiência elas tornam a situação um passo mais afastado da vida real por isso é melhor usar a luz natural sempre que possível.

Preparação

Cada grupo vai necessitar de uma maneira de identificar contas individuais. Pode marcar segmentos numerados nas placas a usar, ou ligar cada conta a um bocado de fio e usar etiquetas adesivas para pôr os números, como se mostra na Figura 7, nos exemplos de resultados que se encontram na secção em baixo. O último processo pode tornar o manuseamento das contas mais fácil para os alunos.

Saúde e Segurança

Se trabalhar no exterior, garanta que os alunos estão protegidos em relação ao sol com chapéu e protetor solar.

Avise os alunos para não porem nada na boca, incluindo os dedos!

Os alunos não devem olhar diretamente para o Sol ou apontar lanternas de UV uns para os outros.

Verifique antecipadamente se os pais têm conhecimento de alergias dos seus filhos em relação a

alguma marca ou ingrediente dos protetores solares e escolha/ distribua as amostras adequadamente.

Garanta que existe material disponível para lidar com derrames

Exercício

1. Distribua as contas de UV e peça aos alunos que as levem para o exterior, para verem o que acontece. (Um peitoril de janela soalheiro é por vezes suficiente). Hoje quanto tempo demora até que as contas adquiram uma cor forte?
2. Explique que a luz UV do Sol faz com que as contas mudem de cor, tal como pode tornar a nossa pele mais escura ou queimá-la (mas mais rapidamente!). Podemos usar as cores para criar uma escala que meça a quantidade de luz UV que atinge um determinado local. Peça aos alunos para fazerem isto, seguindo as instruções para construir uma escala de cores que está no início da ficha de trabalho 2.1.
3. Delineie a experiência: nós vamos usar estas contas para comparar diferentes tipos de protetores solares. Qual a duração da sua eficácia? Qual dos tipos fornece uma melhor proteção?
4. Distribua os boiões com protetor solar e as provetas com água. Dependendo da idade e da competência dos alunos, pode querer orientá-los ao longo das instruções, ou deixá-los utilizar a informação que está na parte inferior da ficha de trabalho 2.1. A linha em branco é para ser usada pelos alunos que inventem uma montagem. (Nos exemplos de resultados mostrados na Figura 7, a conta 6 foi coberta de protetor solar, movimentada na água e depois limpa– equivalente a usar uma toalha depois do banho).
5. Enquanto os alunos deixam os seus conjuntos de contas ao sol, debata com eles como é que a experiência modela situações da vida real. Peça-lhes para completarem o exercício no final da ficha de trabalho 2.1, desenhando setas para emparelhar cada atividade realizada com a respetiva descrição. Se houver tempo, também pode debater o conceito do que é um controle.
6. Depois das contas estarem ao sol tempo suficiente – o tempo necessário para que a conta 1 fique tão escura quanto possível, será bom – peça aos alunos para avaliarem a cor de cada conta e registarem os resultados no quadro da ficha de trabalho 2.2. Seguidamente, devem usar a orientação dada na ficha, para escreverem uma conclusão. Pode pretender iniciar um debate sobre qual o significado de se dizer que um protetor solar funciona bem.
7. Combine grupos, ou junte todos os resultados da turma, de modo a que os alunos possam comparar os seus resultados com aqueles obtidos por outros, que utilizaram um protetor solar diferente. Pergunte porque é importante comparar as contas que foram tratadas da mesma forma, depois de completarem o segundo quadro. Pode pretender que os alunos realizem um gráfico com os seus resultados, ou/e os resultados combinados, que mostram o FPS versus um número na escala de cores.
8. A secção final da ficha de trabalho 2.2 inclui perguntas que podem ser a base para um debate na turma. Pode avaliar a aprendizagem, pedindo aos alunos para produzirem um folheto de proteção solar, que use os resultados da sua investigação, de modo a ajudarem as pessoas a escolherem o protetor solar correto, explicando como o utilizar corretamente.

Exemplo de resultados

Fazer uma escala de cores

Existe um exemplo de uma escala de cores completa na ficha de trabalho 2.1.

Montar a experiência

conta	O que fazer com ela	Esta conta é como ...
1	Nada (esta é a conta de controle)	Eu quando estive sentado no exterior durante algum tempo (o protetor solar gastou-se um pouco)
2	Cobrir com protetor solar	Eu sem protetor solar
3	Cobrir com protetor solar e mergulhar em água durante 1 segundo	Eu depois de um banho
4	Cobrir com protetor solar e mergulhar em água durante 5 segundos	Eu quando corri ao sol (ficando bastante suado!)
5	Cobrir com protetor solar e movimentar na água durante 5 segundos	Eu com protetor solar
6		

Resultados

Os resultados, em baixo, foram obtidos usando contas roxas UV, expostas à luz de uma lanterna UV durante cerca de 30 s. (As contas podem demorar vários minutos a desenvolver cores semelhantes, quando expostas a luz solar fraca.) O protetor solar usado foi o FPS 15 e indicado como à prova de água. A conta 6 foi coberta com protetor solar, movimentada na água, e depois foi secada – equivalente a usar uma toalha depois de um banho.

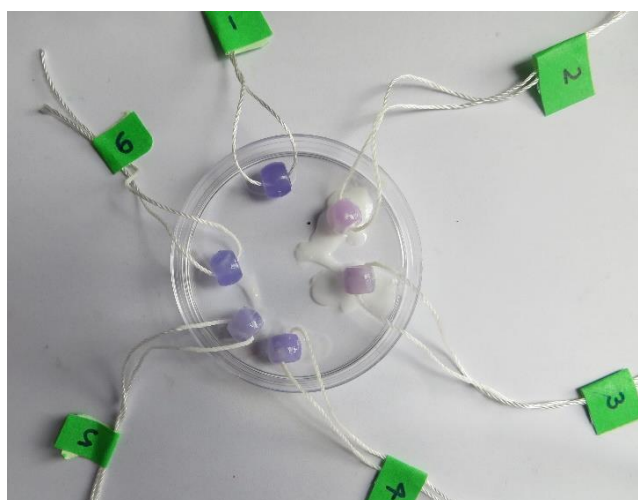


Figura 7: Dois processos diferentes de etiquetar as contas sensíveis aos UV (Fonte: ESA CCI)

Conta	O que fizemos com ela	Número na escala de cores
1	Nada(esta é a conta de controle)	10
2	Coberta com protetor solar	2
3	Coberta com protetor solar e mergulhada em água durante 1 segundo	4
4	Coberta com protetor solar e mergulhada em água durante 5 segundos	5
5	Coberta com protetor solar e movimentada na água durante 5 segundos	6
6	Coberta com protetor solar, movimentada na água durante 5 segundos e depois secada	8

Conclusão

As respostas a estas perguntas dependem do critério dos alunos sobre o que é 'funcionar bem'. Uma medição razoável seria se as contas 4 e 5 tivessem um número relativamente baixo, já que isso indica que o protetor solar oferece proteção, provavelmente mesmo ao fim de algum tempo, e depois de um 'banho'.

Ao debater estas conclusões, vale a pena referir a necessidade de voltar a aplicar o protetor solar regularmente, e que isto é ainda mais importante se tiver estado ativo ou a nadar.

Os alunos podem querer realizar uma experiência extra para testar a duração da ação do protetor solar– voltando a expor as contas e registrando a cor a intervalos de, digamos, uma hora sem aplicar mais protetor. Quando debater os resultados desta investigação, lembre-se que as contas não são tão porosas como a pele.

Comparar FPSs

Mostramos os resultados que comparam três loções diferentes para a conta 4. Eles fornecem alguma evidência que um FPS mais elevado oferece uma proteção maior, mas parece não haver diferença entre o FPS 30 e o FPS 50.

FPS	Número na escala de cores
15	5
30	4
50	4

É claro que se só forem usados três tipos de protetor solar, é provável que cada um deles tenha sido testado por vários grupos. Calculando a média obtida por todos os grupos que usaram o FPS 15, todos os grupos que usaram o FPS 30 e todos os grupos que usaram o FPS 50 é possível eliminar uma situação como a referida.

Apesar disso, debater potenciais justificações para isto (quantidades diferentes de protetor solar aplicadas por grupos diferentes, maneiras diferentes de medir 5 segundos, diferenças na escala de cores entre grupos, ou contas diferentes) podem conduzir a uma avaliação frutífera do método usado, e pode também conduzir a sugestões do futuro melhoramento da experiência.

Atividade 3: O BURACO DO OZONO

Nesta atividade, os alunos utilizam a aplicação o Clima a Partir do Espaço para explorarem as medições do ozono, feitas por satélite em todo o mundo, ao longo do tempo, e analisarem as alterações no buraco de ozono na Antártida nas últimas duas décadas.

Material necessário

- Acesso à internet
- Aplicação o Clima a Partir do Espaço
- Ficha de trabalho 3
- Ficha de informação 3 a cores (pode ser uma para cada dois alunos)
- Um programa de apresentação como o PowerPoint

Exercício

1. Reveja o papel do ozono na atmosfera. Pode fazer isto perguntando aos alunos sobre o que aprenderam com as atividades anteriores.
Pode querer mostrar o vídeo da ESA, *Monitorizar o Ozono* (2:38 – ver Links), embora não tenha narrativa e o pormenor das legendas possa torná-lo inadequado para os mais jovens ou para grupos menos capazes.
2. Peça aos alunos para abrirem a aplicação o Clima a Partir do Espaço e para navegarem até à informação sobre a camada do ozono. Debata, com eles, sobre o que significam as cores que se veem: o azul significa menos ozono; o laranja mais ozono (ver Figura 8). Atenção, que esta escala de cores é ligeiramente diferente daquela usada nas imagens da ficha de informação 3.
Pode também querer introduzir a unidade Dobson se os alunos não se depararam com ela na Atividade 1.
3. Dê aos alunos algum tempo para que explorem a informação sobre o ozono. A aplicação o Clima a Partir do Espaço é razoavelmente autoexplicativa, mas pode querer apresentar-lhes os dados de que precisam ou/e demonstrar-lhes como funcionam os controlos.
4. Peça aos alunos para responderem às perguntas da ficha de trabalho 3, usando a informação da aplicação, ou/e a ficha de informação 3. Eles também podem precisar de consultar um mapa ou um atlas online, para conseguirem identificar/nomear os locais com altas e baixas concentrações de ozono.
5. Distribua a cada aluno ou par de alunos uma das perguntas do fim da ficha de trabalho 3.1 para pesquisa online. Em alternativa, pode autorizar os alunos a escolherem uma dessas, ou uma pergunta idêntica, por conta própria. Eles podem fazer a pesquisa na aula ou como trabalho de casa.
6. Desafie os alunos a apresentarem o que descobriram ao resto da turma, usando um só slide ou/e um texto limitado – digamos com cem palavras.

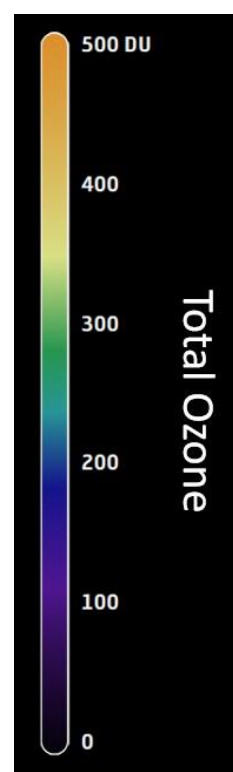


Figura 8: Escala de cores do ozono global (Fonte: ESA CCI)

Respostas da ficha de trabalho

Níveis de ozono em todo o mundo

Há muitas respostas possíveis, mas alguns exemplos são dados em baixo.

Elevadas concentrações de ozono: abril 1998, Europa, > 400DU; março 2001, Japão, > 400 DU; março 2007, Alasca, > 400 DU

Baixas concentrações de ozono: outubro 1997, Antártida, < 100 DU; dezembro 2001, Oceano Pacífico, 100 DU; novembro 2011, Antártida, 100 DU

Ozono na Antártida

O buraco de ozono na Antártida era maior nos finais de 1990 e princípios de 2000.

As observações mostram a recuperação em curso a partir de 2010.

Mais informações

Os alunos podem conduzir as perguntas que lhes são dadas em diferentes direções, ou desenvolverem as suas próprias perguntas para pesquisarem. As notas em baixo incluem alguns pontos chave, e um local por onde os alunos, que não conseguem responder a uma das perguntas sugeridas, podem começar.

- **Há um buraco de ozono por cima do Polo Norte?**

Um buraco na camada de ozono por cima do Polo Norte não é muito vulgar. Contudo, dados de satélites mostraram uma diminuição incomum nos níveis do ozono por cima do Ártico em março de 2020 depois de um inverno em que o ar frio foi aprisionado num 'vórtice polar'. Ver, por exemplo: esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Unusual_ozone_hole_opens_over_the_Arctic

- **O que são CFCs?**

Os CFCs são clorofluorcarbonetos: um grupo de químicos não tóxicos, não inflamáveis, que contêm átomos de carbono, cloro e fluor. São usados na manufatura de sprays em aerossol, agentes de expansão para espumas e materiais de embalagem, como solventes e como refrigerantes. Ver, por exemplo: esrl.noaa.gov/gmd/hats/publictn/elkins/cfcs.html

- **O que é o Protocolo de Montreal?**

O Protocolo de Montreal é um tratado internacional, no qual foi acordada a eliminação gradual da utilização de substâncias (essencialmente CFCs) responsáveis pela diminuição do ozono. Ver, por exemplo: en.wikipedia.org/wiki/Montreal_Protocol

- **Quais são os satélites da ESA que transportam instrumentos que podem medir o ozono?**

Satélite	Instrumento	Data de lançamento
ERS-2	GOME	1995
Envisat	MIPAS	2002
Envisat	GOMOS	2002
Envisat	SCIAMACHY	2002
Sentinel-5	TROPOMI	2017

Ficha de trabalho 1: PORQUE É QUE O OZONO É IMPORTANTE?

O ozono é bom ou mau?

Utiliza ideias da história para preencher o quadro.

	Ozono Na parte alta da atmosfera	Ozono Na superfície da Terra
Como é que eles são diferentes		
Como é que eles são O mesmo		

Medir o ozono

O ozono é medido em **unidades Dobson**. Uma unidade Dobson é o mesmo que uma camada de ozono com uma espessura de 1/100 mm à superfície da Terra. A concentração média de ozono na atmosfera é de 300 unidades Dobson.

Se todo este ozono estivesse à superfície da Terra, qual seria a espessura da camada que ele faria?

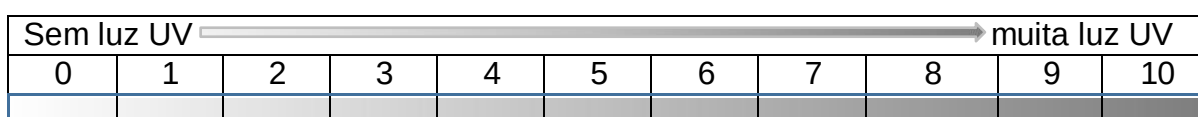
Ficha de trabalho 2: QUAL É A EFICÁCIA DO MEU PROTETOR SOLAR?

Material necessário

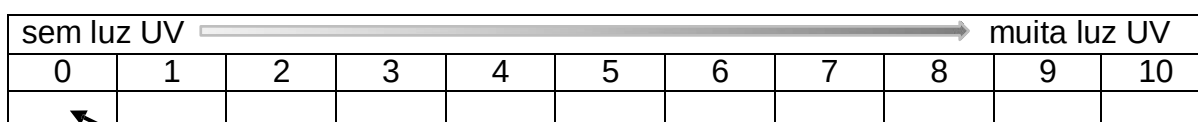
- 6 contas sensíveis aos UV
- Protetor solar
- Uma proveta com água
- Uma escala de cores

Fazer uma escala de cores

Precisas de uma escala como esta para poderes comparar as cores das tuas contas.



Pinta esta caixa para mostrar a cor mais escura obtida pela conta.



Deixa esta caixa branca para mostrar a cor da conta quando esteve às escuras ou no interior durante um tempo. Sombreia as caixas entre os extremos desde claro a escuro para fazeres uma escala.

Montar a tua experiência

Desenha setas desde cada conta até à caixa que melhor descreve o que ela representa. Já está feita para ti a seta da conta 3.

Conta	O que fazer com ela
1	Nada (esta é o controle)
2	Cobre-a com protetor
3	Cobre-a com protetor e mergulha-a em água cerca de 1 segundo
4	Cobre-a com protetor e mergulha-a em água cerca de 5 segundos
5	Cobre-a com protetor e movimenta-a na água cerca de 5 segundos
6	

Esta conta é como eu ...
Eu depois de estar sentado no exterior durante algum tempo (o protetor gastou-se um pouco)
Eu sem protetor
Eu depois de um banho
Eu depois de correr ao Sol (fiquei bastante suado!)
Eu com protetor

Resultados

Que protetor solar usaste? FPS _____ Tipo _____

Conta	O que fizemos com ela	Número da escala de cores
1	Nada (esta é o controle)	
2	Coberta com protetor	
3	Coberta com protetor e mergulhada em água durante 1 segundo	
4	Coberta com protetor e mergulhada em água durante 5 segundos	
5	Coberta com protetor e movimentada em água durante 5 segundos	
6		

Conclusão

Achas que o protetor solar que usaste funcionou bem? _____

Porquê? _____

Compara FPSs

Agora compara os teus resultados com os dos outros grupos. Tens de te assegurar que usas os resultados de contas que foram tratadas da mesma maneira.

Estamos a comparar resultados para a conta número _

Escreve os FPSs e os números das cores neste quadro.

O que é que este quadro te diz sobre o FPS do protetor do boião?

Ficaste surpreendido com algum resultado? Porquê (ou porque não)?

FPS	Número na escala de cores

Ficha de trabalho 3: BURACO DO OZONO

Abre a aplicação Clima a Partir do Espaço (cfs.climate.esa.int).

Clica no símbolo das camadas de dados (canto superior direito) e depois, da lista, escolhe o ozono.

Reproduz a animação várias vezes, para garantir que compreendes como os controles do ecrã te ajudam a olhar mais de perto determinados locais ou momentos.

Níveis de ozono em todo o mundo

A quantidade do ozono na atmosfera altera-se ao longo do tempo e varia com os locais.

Percorre a animação e desloca-te pelo mundo até encontrares um local e uma data em que o nível do ozono era muito alto.

Data _____

Local _____

Ozono total estimado _____ unidades Dobson

Agora procura um local e uma data em que o nível do ozono era muito baixo.

Data _____

Local _____

Ozono total estimado _____ unidades Dobson

Ozono na Antártida

Na década de 1980, os cientistas descobriram que a atmosfera, por cima da Antártida, continha muito pouco ozono. As imagens na ficha de informação 3 mostram os níveis de ozono lá, de 1996 a 2012. Usa estes dados ou/e a aplicação o Clima a Partir do Espaço para descobrires quando é que o buraco do ozono da Antártida:

foi maior _____

começou a recuperar _____

Descobre mais

Usa a Internet para fazeres alguma investigação sobre o ozono na atmosfera. Podes pesquisar uma ou mais destas perguntas:

- Há algum buraco do ozono por cima do Polo Norte?
- O que são os CFCs?
- O que é o Protocolo de Montreal?
- Quais os satélites da ESA que transportam instrumentos que podem

medir o ozono? Prepara-te para apresentares as tuas descobertas à turma.

Ficha de informação 1: O OZONO É BOM OU MAU?

O Ben vive com os pais numa quinta na Austrália. Todas as manhãs às quatro horas, os seus pais levantam-se para mugir as vacas, enquanto ainda está fresco no exterior. O autocarro que leva o Ben à escola só o apanha às oito, por isso ele pode dormir até mais tarde. Ele não precisa nem dos pais nem de um alarme para o acordarem. O sol a brilhar no seu quarto faz essa tarefa. Depois do pequeno almoço, o Ben corre para o exterior para esperar pelo autocarro.

A sua mãe está no quintal. 'Puseste o protetor solar?' grita. Aborrecido, o Ben responde, 'Sim, Mãezinha!'

Mas ele está a mentir ...

Quando nessa tarde o Ben chega a casa, está a chorar. 'Doí-me a cara!' diz. Ele tem uma queimadura solar.

A mãe mostra-se compreensiva, mas também está zangada. 'Puseste o teu protetor solar esta manhã?' pergunta com firmeza

'Não, não pus,' admite o Ben.

Ao jantar a cara ainda está vermelha e dorida, por isso ele decide descobrir como é que o sol lhe queimou a pele.

Acontece que existe um tipo de luz solar que não conseguimos ver com os nossos olhos, mas que é muito forte – o suficiente para nos queimar. Chama-se luz ultravioleta– luz UV de forma abreviada.

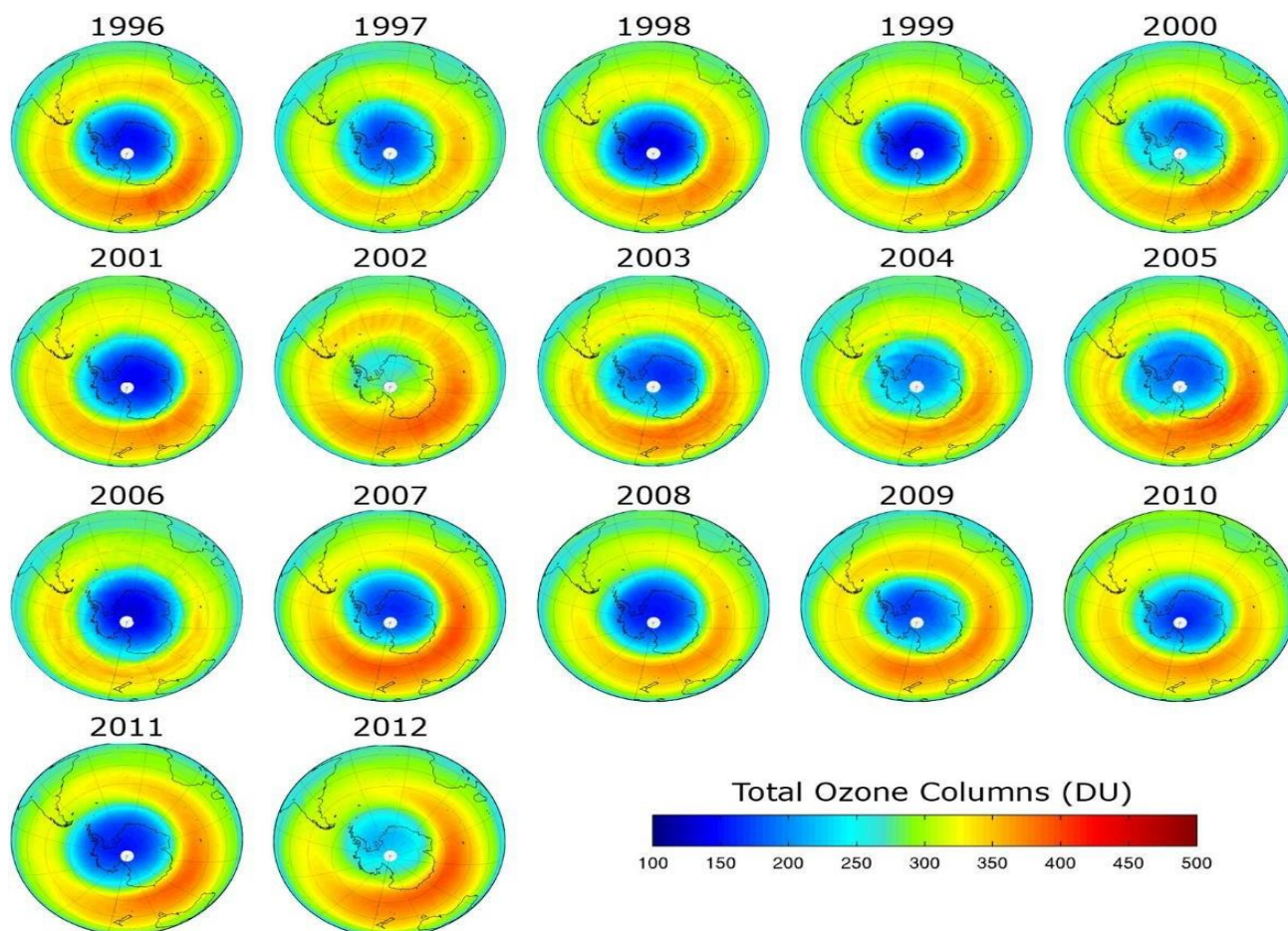
A atmosfera que rodeia o nosso planeta contém um gás chamado ozono. Uma camada de ozono alta no céu, recebe a luz ultravioleta e transforma-a em calor, protegendo-nos dos efeitos mais prejudiciais desta luz. Contudo, o Ben também descobriu que a poluição do ar cria uma camada de ozono mais abaixo, na atmosfera. Quando o ozono está próximo do solo, não nos protege. De facto, até pode danificar os nossos pulmões.

Há cem anos, as pessoas começaram a usar gases chamados CFCs nos frigoríficos e nos sprays das latas. Mas então, os satélites mostraram que havia um buraco na camada de ozono por cima da Antártida, e os cientistas perceberam que os CFCs destroem o ozono. Os líderes de todos os países do mundo ficaram chocados com as notícias e concordaram em não usar mais estes gases. Mas os CFCs duram muito tempo, por isso, embora o buraco esteja a diminuir desde o ano 2000, vai demorar muito mais anos até fechar.

O Ben está curioso com os satélites. Como é que eles veem o ozono? Ele descobre que alguns satélites têm câmaras ultravioleta e podem medir a quantidade de ozono que há na atmosfera, e a que altitude se encontra. Estas câmaras podem distinguir entre o ozono 'bom' e o 'mau'.

Agora o Ben sabe da existência do buraco da camada do ozono, e nunca mais se vai esquecer de pôr protetor solar.

Ficha de informação 3: O BURACO DO OZONO



(Fonte: BIRA/IASB)

Links

Recursos da ESA

Recurso online Clima a Partir do Espaço

<https://cfs.climate.esa.int>

Clima para as escolas

<https://climate.esa.int/en/educate/climate-for-schools/>

Ensinar com o espaço

http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3

Monitorizar o ozono vídeo

http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2017/11/Monitoring_ozone

Projetos espaciais da ESA

Departamento do Clima da ESA

<https://climate.esa.int/en/>

Do Espaço para o nosso clima

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate

Missões de observação da Terra, da ESA

www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth

Exploradores da Terra

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers

Copernicus Sentinels

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4

Copernicus Sentinel-5P - TROPOMI

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Copernicus_Sentinel-5P_ozone_boosts_daily_forecasts

Informação adicional

O buraco do ozono vai fechar-se

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Ozone_hole_set_to_close

Vídeos da Terra a partir do Espaço

http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Earth_from_Space_programme

ESA Kids

https://www.esa.int/kids/en/learn/Earth/Climate_change/Climate_change

Apêndice: SABIA QUE?

Uma seleção de factos relacionados com o tópico, que pode usar de várias maneiras. Pode iniciar uma aula com um deles, colocar em cartões para adicionar a apresentações de trabalhos dos alunos, escolher um ponto para iniciar um debate, usar as afirmações num quiz de verdadeiro/falso...

- Há uma série de gases de efeito de estufa na atmosfera inteiramente criados pelos humanos.
- O ozono, ao nível do solo, é o componente principal da poluição atmosférica, que é proveniente de reações químicas de poluentes com gases que estão no ar.
- Em 1920, Gordon Dobson, um investigador da Universidade de Oxford, foi o primeiro indivíduo a construir um aparelho para medir a concentração do ozono a partir do solo.
- Precisamos de alguma luz ultravioleta para nos mantermos saudáveis: os nossos corpos usam-na para produzir vitamina D.
- Os UVB são mais prejudiciais que os UVA.
- Os protetores solares têm uma variedade de diferentes fatores de proteção solar (FPSs), mas deve ter a certeza de comprar um que o proteja dos UVA e dos UVB.
- A camada do ozono absorve todos os UVC do Sol que atingem o nosso planeta, mas os maçaricos de soldadura produzem-nos na Terra.
- Muitos satélites de observação da Terra estão em órbitas, que não conseguem fazer medições diretamente por cima do Polo Norte ou do Polo Sul– embora consigam ‘ver’ tudo o resto na Terra.