

3º ciclo/secundário

14-16



Conjunto de recursos educativos

O PLANETA ESTÁ A AQUECER

Guia do professor e fichas de trabalho



Visão geral	página 3
Sumário das atividades	página 4
Clima a Partir do Espaço	página 6
Oceanos e Clima: informações gerais	página 7
Atividade 1: O PLANETA ESTÁ A AQUECER	página 9
Atividade 2: SUBIDA E DESCIDA DAS ÁGUAS	página 11
Atividade 3: A CORRENTE DO GOLFO	página 14
Ficha de trabalho 1	página 16
Ficha de trabalho 2	página 17
Ficha de trabalho 3	página 19
Ficha de informação 1	página 21
Ficha de informação 2	página 23
Links	página 24

Iniciativa sobre alterações climáticas conjunto de recursos educativos -

O PLANETA ESTÁ A AQUECER

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

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

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

Produzido pelo Departamento para o Clima da ESA

Copyright © European Space Agency 2020-2021

O PLANETA ESTÁ A AQUECER : Visão geral

Introdução

Áreas curriculares: Geografia, Ciência, Ciências da Terra

Nível etário: 14–16 anos

Tipo: leitura, investigação matemática, pesquisa online

Complexidade: média a avançada

tempo de aula necessário: 4 horas

Custo: baixo (5–20 euros)

Local: interior

Inclui o uso de: Internet, calculadora, programa de folha de cálculo, gelo e água colorida

Palavras chave: capacidade térmica, densidade, circulação termohalina, salinidade, temperatura superficial do mar, satélite, observação da Terra,

Breve descrição

Neste conjunto de atividades, os alunos vão aprender como é que a circulação oceânica tem impacto no clima.

Na atividade introdutória, eles realizam cálculos para comparar o impacto relativo do aquecimento global na atmosfera nos oceanos.

A atividade prática, que usa o material disponível, permite aos alunos verem como a água a temperaturas diferentes pode formar camadas no oceano, e pensarem como podem usar isto para explorarem o efeito das alterações na salinidade.

Na última atividade, os alunos usam a aplicação Clima a Partir do Espaço para descobrirem mais sobre a Corrente do Golfo.

Resultados de aprendizagem pretendidos

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

Realizar cálculos para comparar o papel dos oceanos e da atmosfera na regulação do clima.

Explicar como surge a circulação termohalina global.

Descrever como é que as correntes oceânicas transportam água e energia para toda a Terra.

Usar um modelo para analisar o movimento da água a diferentes temperaturas, e explicar a estratificação no oceano.

Projetar métodos práticos de investigar uma pergunta sobre como é que a água se movimenta nos oceanos.

Descrever o comportamento da Corrente do Golfo usando informação retirada dos dados do clima.

Sintetizar dados de registos de pelo menos dois elementos do clima, para explicar uma correlação ou uma tendência observada.

Sumário das atividades

	Título	Descrição	Resultados esperados	Pré-requisitos	Tempo
1	O Planeta está a aquecer	Leitura e cálculos	Realizar cálculos para comparar o papel dos oceanos e da atmosfera na regulação do clima. Explicar como surge a circulação termohalina global. Descrever como é que as correntes oceânicas transportam água e energia para toda a Terra.	Cálculos usando formas padrão; área da superfície da esfera; rearranjo de equações	1 hora
2	Subida e descida das águas	Atividade prática	Usar um modelo para analisar o movimento da água a diferentes temperaturas e explicar a estratificação do oceano. Projetar métodos práticos de investigar uma pergunta sobre como se movimenta a água nos oceanos.	Nenhum	1 hora e 30 min
3	A Corrente do Golfo	Tarefa de investigação	Descrever o comportamento da Corrente do Golfo, usando informação retirada dos dados sobre o clima. Sintetizar dados de registos de pelo menos dois elementos do clima para explicar uma correlação ou tendência observada.	Leitura de parte da Atividade 1	1 hora e 30 min

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 os 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 discriminamos 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

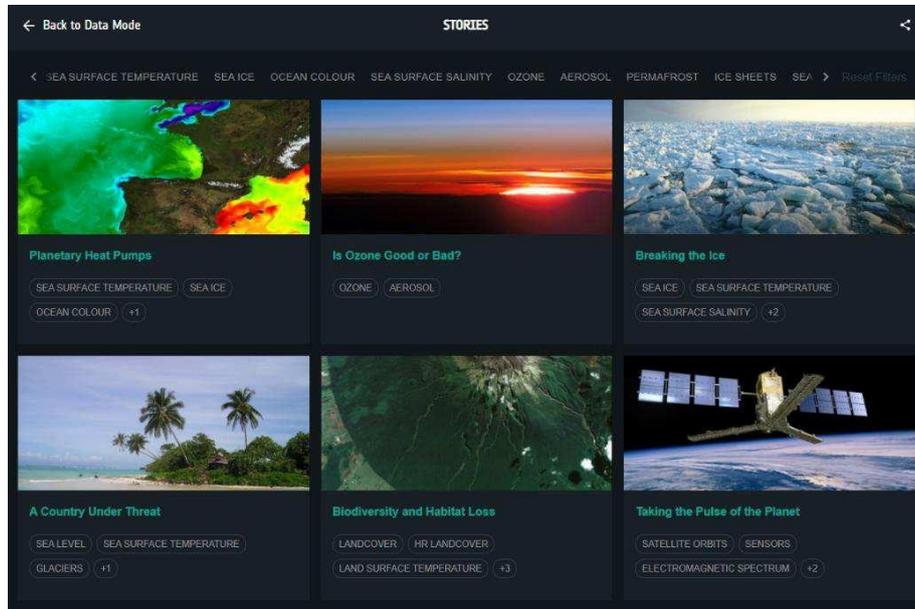


Figura 1: Histórias na aplicação Clima a Partir do Espaço (Fonte: ESA CCI)

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.

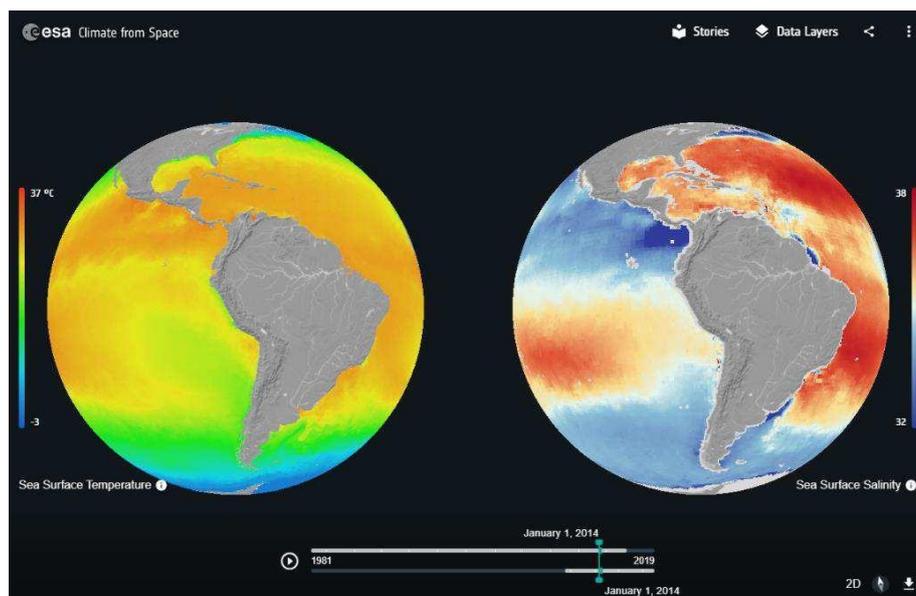


Figura 2: Comparar as temperaturas superficiais do mar com a salinidade, na aplicação Clima a Partir do Espaço (Fonte: ESA CCI)

Oceanos e o Clima: informações gerais

Oceanos e Clima

O tempo pode ser complicado e difícil de prever, mas a redistribuição do calor à volta da Terra é um dos seus principais condutores: a energia absorvida a partir da luz do sol, move-se entre lugares com temperaturas diferentes, através da radiação da superfície, quando a água se evapora, e através da circulação da atmosfera e dos oceanos. Embora fosse de esperar que a direção do movimento principal do calor fosse do equador quente para os polos frios, a rotação da Terra, o atrito entre camadas da atmosfera e o oceano, acrescentam uma componente na direção este–oeste. Este é só o primeiro de muitos fatores complicadores.

A maior parte da população passa quase toda a sua vida em terra, e esta cobre um terço da superfície do planeta. O tempo atmosférico, que pode afetar as nossas atividades diárias, é principalmente influenciado pelo movimento da atmosfera. Como resultado disto, não pensamos, com frequência, no papel que o oceano desempenha a influenciar os padrões do tempo e, a uma escala temporal maior, a controlar o clima.

Zonas da terra à mesma distância do Equador recebem quantidades iguais de radiação solar ao longo de um ano, por isso era de esperar que tivessem um clima semelhante. Um olhar sobre os padrões de povoamento, mostra as consequências de não ser assim: muitas cidades Europeias posicionam-se na faixa entre 49 e 52 graus norte, mas a maior parte das cidades na costa este da América do Norte encontram-se muito mais a sul. O clima em zonas tão a norte como a costa Norueguesa é moderado, comparado com locais de latitude semelhante nas Américas, ou no centro das terras Asiáticas, e isto deve-se em parte a uma corrente principal referida normalmente como Corrente do Golfo. A energia que ela transporta, das latitudes tropicais até ao Atlântico ocidental, é transferida da água para o ar por cima dele, e levada para terra por ventos que sopram nessa direção.

Correntes oceânicas

O sistema da Corrente do Golfo, que os alunos podem explorar na Atividade 3, é um dos muitos sistemas de correntes ou de correntes circulantes que resultam de ventos superficiais que arrastam a camada superior do oceano, da mesma forma que uma brisa agita a superfície de uma poça. Outra é a corrente circulante subtropical conduzida pelos ventos alísios no Pacífico. A perturbação deste padrão de circulação conduz às ocorrências El Niño ou La Niña, que são explorados no conjunto de recursos educativos *Tomar o Pulso do Planeta* (3º ciclo/secundário), disponíveis em <https://climate.esa.int/educate/climate-for-schools/>.

Quem já nadou no mar, está ciente dos efeitos de padrões mais localizados, resultantes de movimentos de marés, da geografia da costa ou do fundo do mar. Um nadador pode sentir alterações na temperatura e na direção segundo a qual o oceano o puxa, e também pode ter de estar atento à força de uma contracorrente submarina– água abaixo da superfície que se move noutra direção. Numa escala maior, a água tem viajado pelo mundo inteiro num padrão de circulação tridimensional ao longo de milhares de anos. A denominada circulação termohalina global (mostrada na Figura 3, na página seguinte), porque é conduzida por diferenças de temperatura e de salinidade. Por exemplo, a formação do gelo marinho no Ártico deixa para trás água mais salgada que, sendo mais densa, vai para as profundezas.

A água superficial é puxada em direção ao gelo, é arrefecida, e por sua vez afunda-se, formando uma corrente fria profunda que se afasta do gelo, e uma corrente superficial mais quente que se move em direção a ele. A Atividade 2 mostra – numa escala muito menor – como é que as diferenças na densidade podem conduzir ao movimento da água, em diferentes direções, a diferentes profundidades.

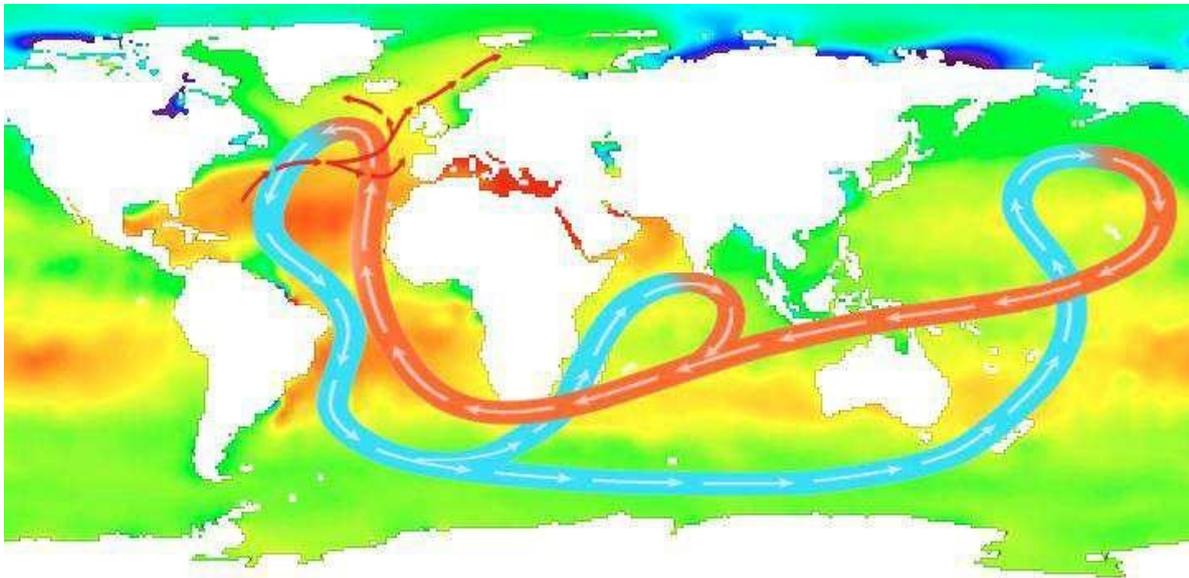


Figura 3: Média da salinidade (cores de fundo: vermelho mostra salinidade elevada, verde baixa); A Corrente do Golfo (setas vermelhas); e a circulação termohalina global (banda larga: águas superficiais mais frias são azuis, águas superficiais mais quentes são vermelhas) (Fonte: ESA)

Observação dos satélites por cima do oceano

Antes do tempo dos satélites, a temperatura do oceano só podia ser medida usando termómetros ligados às praias, mergulhados a partir de navios, presos a boias ou submersíveis. Claro que isto significava que as medições eram desiguais, e os registos permanentes eram de muito poucos locais.

Câmaras térmicas colocadas em satélites, podem detetar a temperatura superficial do oceano, em todo o mundo, a intervalos de tempo regulares. Um satélite, numa órbita geoestacionária, pode visualizar cada secção do mar num determinado hemisfério, uma vez a cada quinze minutos, ou algo assim; um, em órbita polar, mais perto da Terra, pode ver mais pormenores e cobrir todo o planeta, mas só vai medir a temperatura de um determinado local de dez em dez dias aproximadamente. (O pacote de recursos *Tomar o Pulso do Planeta* referido em cima, inclui mais informação de como as órbitas dos satélites afetam os dados que eles recolhem.)

Atividade 1: O PLANETA ESTÁ A AQUECER

Esta atividade, baseada na leitura, conduz a cálculos usando o calor específico. A equação importante é fornecida, por isso os alunos não necessitam de qualquer conhecimento anterior da grandeza. Uma ou ambas as partes da atividade (a leitura e os cálculos) podem ser propostas para trabalho de casa, dependendo das capacidades da turma.

Material necessário

- Ficha de informação 1 (2 páginas)
- Ficha de trabalho 1
- Calculadora
- Aplicação Clima a Partir do Espaço: história, *O Planeta está a aquecer* (opcional)

Exercício

1. Peça aos alunos para lerem a ficha de informação 1 e trabalhem individualmente ou em pares, para resumirem o conteúdo, numa forma que considerem útil. O que pode ser, por exemplo, uma lista com pontos ou um mapa conceptual. Se fizer isto na aula, pode complementar o texto com material da história *O Planeta está a aquecer da aplicação Clima a Partir do Espaço* como segue:
 - A galeria, no slide 2, inclui um mapa das temperaturas superficiais do mar, que pode desencadear um debate sobre as causas das correntes de superfície; um corte transversal do Atlântico que mostra a distribuição vertical da água a diferentes temperaturas; e um mapa da circulação termohalina. (Use o botão com seta no canto direito do ecrã, para se deslocar ao longo das várias imagens deste slide.)
 - O globo, no slide 3, mostra as temperaturas superficiais do mar no mundo, a certos intervalos de tempo, desde 1981. (Em vez de ver tudo visualize alguns.)
 - O slide 4 tem um vídeo que dá mais pormenores sobre a interação entre a atmosfera e o oceano, incluindo uma ilustração com temperaturas reduzidas na formação de um furacão (desde 0:22 até 0:36) e no ressurgimento (0:40–1:06).
 - O slide 6 fornece informação adicional sobre variações de salinidade e mostra como ela se altera em todo o globo. O texto explica o papel da salinidade no aquecimento global planetário.
2. A ficha de trabalho 1 orienta os alunos através de cálculos, sobre aumentos teóricos da temperatura, dando a velocidade com que o calor em excesso é acrescentado ao sistema da Terra. Peça aos alunos para realizarem os cálculos, e forneça apoio em caso de necessidade.
3. A última pergunta pede aos alunos para usarem ideias da ficha de informação para explicarem porque é que os seus cálculos não estão de acordo com as observações.

Números amplamente citados dão uma subida da temperatura global de cerca de 1°C desde os tempos pré-industriais (centenas de vezes menos que o número calculado) e a temperatura superficial do mar de 0,13°C por década (cerca de dez vezes mais que o resultado do cálculo).

O debate sobre estas respostas, pode conduzir à consideração da maneira, como os modelos matemáticos usados em ciência começam, com frequência, com grandes aproximações que são gradualmente aperfeiçoadas para adequar a situação à realidade.

Neste caso, uma segunda aproximação para a atmosfera, baseada nos dados da ficha de informação, seria usar 10% dos valores da energia anual.

Uma segunda aproximação para os oceanos podia ser: descobrir a área superficial dos oceanos (70% da resposta à pergunta 1), calcular a massa de uma camada, digamos a 30 m de profundidade (a densidade média da água do mar é 1027 kg m^{-3}), e usar este valor para calcular a esperada subida da temperatura. Pode pretender pedir aos alunos mais avançados, para realizarem este cálculo.

Respostas à ficha de trabalho

1. Usando $A = 4\pi r^2$, área da superfície da Terra = $5,15 \times 10^{14} \text{ m}^2$
2. Energia total em excesso = $0,62 \text{ W m}^{-2} \times 5,15 \times 10^{14} \text{ m}^2 = 3,19 \times 10^{14} \text{ J s}^{-1}$
 $= 3,19 \times 10^{14} \text{ J s}^{-1} \times (60 \times 60 \times 24 \times 365,25) = 1,01 \times 10^{22} \text{ J ano}^{-1}$
3. Usando $\Delta T = Q \div mc$, aumento da temperatura atmosférica
 $= 1,01 \times 10^{22} \text{ J ano}^{-1} \div (5,14 \times 10^{18} \text{ kg} \times 1158 \text{ J kg}^{-1}\text{°C}^{-1}) = 1,69\text{°C ano}^{-1}$
4. Aumento da temperatura do oceano
 $= 1,01 \times 10^{22} \text{ J ano}^{-1} \div (1,4 \times 10^{21} \text{ kg} \times 3850 \text{ J kg}^{-1}\text{°C}^{-1}) = 1,87 \times 10^{-3}\text{°C ano}^{-1}$
5. A atmosfera: porque a atmosfera tem uma massa muito mais pequena e o ar tem um calor específico menor.
6. O valor atual para a atmosfera é menor porque, de acordo com a história, 90% da energia em excesso é absorvida pelos oceanos. Alguma também será absorvida pelo solo, reduzindo ainda mais a quantidade de calor disponível para aquecer a atmosfera, o que conduz a um aumento anual da temperatura mais baixo.

Nos cálculos para o oceano usou-se a massa total do oceano, mas a energia é absorvida à superfície, e a maior parte dela vai ficar nas camadas superiores: a água é um mau condutor do calor e a água mais quente vai flutuar na água mais fria (pelo menos acima dos 4°C). Levará séculos até que a circulação termohalina transporte esta energia para as profundezas do oceano. Por isso, a massa usada neste cálculo é muito grande, conduzindo a um aumento de temperatura anual muito mais pequena.

A figura do título para este exercício refere-se ao período entre 2000–2012 e vem de Allan, R., Liu, C., Loeb, N., Palmer, M., Roberts, M., Smith, D., & Vidale, P. (2014) 'Mudanças no desequilíbrio radiativo líquido global 1985–2012', *Geophysical Research Letters* DOI: [10.1002/2014GL060962](https://doi.org/10.1002/2014GL060962).

Atividade 2: SUBIDA E DESCIDA DA ÁGUA

Nesta atividade prática, os alunos replicam a termodinâmica do oceano num recipiente, usando água colorida para rastrear fluxos, e ver como as camadas de água a diferentes temperaturas são formadas e mantidas. Eles são desafiados a pensar como podem usar o modelo para demonstrarem outros aspetos da circulação oceânica.

Material necessário

- Um grande recipiente transparente por grupo – pode ser uma proveta grande ou um frasco, ou uma garrafa de plástico de dois litros com a secção superior cortada.
- Um pequeno recipiente por grupo – deve ter uma base bastante ampla e ser suficientemente pequeno para ser submergido no recipiente maior; por exemplo, um frasco de especiarias
- Sacos de plástico
- Elásticos ou fio
- Corante alimentar ou tinta
- Gelo num balde para arrefecer, ou água refrigerada
- Acesso a água quente e fria
- Um cronómetro ou um relógio por grupo (opcional)
- Câmara ou smartphone por grupo (opcional)
- Termómetros (opcional)
- Panos ou toalhas de papel
- Ficha de trabalho 2 (2 páginas)
- Materiais para fazer posters, ou um programa para criar vídeos, ou fazer apresentações (ver passo 3)
- Recurso online *Clima a Partir do Espaço: história O Planeta está a aquecer* (opcional)

Saúde e segurança

Use água quente entre 40°C e 60°C – Se a água da torneira quente não estiver disponível, misture água a ferver, de uma chaleira, com água fria.

O corante alimentar e a tinta mancham, por isso avise os alunos para trabalharem com cuidado evitando derrames e salpicos.

Assegure-se que o material está montado em superfícies estáveis e longe das bordas. Garanta que existe material disponível para lidar com derrames.

Exercício

1. Introduza a atividade, mostrando o diagrama com a secção transversal do Atlântico Norte, que evidencia como varia a temperatura ao longo da superfície e com a profundidade. Esta é uma das imagens na galeria do slide 2 da história *O Planeta está a aquecer*, na aplicação *Clima a Partir do Espaço*. Também está disponível na ficha de informação 2. Explique que, nesta aula, os alunos vão explorar como é criada a estratificação, ou a disposição em camadas, do diagrama.
2. Os alunos podem fazer a investigação seguindo as instruções da ficha de trabalho 2.1, trabalhando em pares ou em grupos.

Se tiver pouco tempo, pode distribuir as combinações sugeridas por toda a turma, dando a cada par, ou grupo, um ou dois conjuntos de observações para realizar.

Se tiver mais tempo, e termómetros disponíveis, desafie os alunos a investigarem como se altera o processo com diferenças de temperatura. Qual é a mais pequena diferença de temperatura que vai impulsionar a circulação? Isso vai resultar numa estratificação?

3. Peça aos alunos para seguirem as orientações da ficha de trabalho 2.2, analisarem e apresentarem os seus resultados, numa forma adequada ao método que usaram para registarem as suas observações. Pode querer introduzir requisitos ou restrições adicionais, que lhe permitam avaliar competências específicas ou para aumentar o desafio.

Encoraje os alunos a usarem ideias sobre a variação da densidade com a temperatura, para explicarem as observações, e as relacionarem com o que aprenderam na atividade anterior.

4. Os alunos podem partilhar os seus resultados com outro grupo, procurando semelhanças e diferenças e fazerem uma avaliação interpares das explicações dadas.
5. As tarefas de projeto no fim da ficha de trabalho 2.2 desafiam os alunos a adaptarem a prática à investigação, de como a salinidade afeta o movimento da água, e também a demonstração dos afloramentos.

Os alunos podem debater isto em grupos, ou realizar uma tarefa como trabalho de casa. Se houver tempo eles podem implementar os seus planos.

Exemplo de resultados

Água fria no recipiente grande, água quente no recipiente pequeno



A água mais quente e menos densa, flui rapidamente para cima, formando remoinhos como plumas de fumo. A água colorida espalha-se para fora formando uma camada flutuante de água mais quente à superfície (ver Figura 4).

Figura 4: Resultados para o recipiente grande com água fria, e o recipiente pequeno com água quente (Fonte: ESA CCI)

Água quente no recipiente grande, água fria no recipiente pequeno

A água fria, mais densa, fica no recipiente. Se o recipiente grande for um pouco abanado, a água superficial move-se e pode haver salpicos. Contudo, permanece como uma bolha, flutuando na água mais quente como se estivesse em gravidade zero (ver Figura 5).



Figura 5: resultados para o recipiente grande com água quente e para o recipiente pequeno com água fria (Fonte: ESA CCI)

Água quente no recipiente grande, água fria num recipiente horizontal pequeno



Figura 6: Resultados para o recipiente grande com água quente, recipiente pequeno horizontal com água fria (Fonte: ESA CC)

A água flui para o exterior do recipiente pequeno e, como é mais densa, fica no fundo do recipiente grande formando uma camada na base. (ver a Figura 6).

Água quente no recipiente grande, água fria introduzida por cima

A água fria mais densa vai-se afundar até à base, criando remoinhos e padrões de fluxo semelhantes aos que foram vistos na primeira experiência (ver Figura 7).

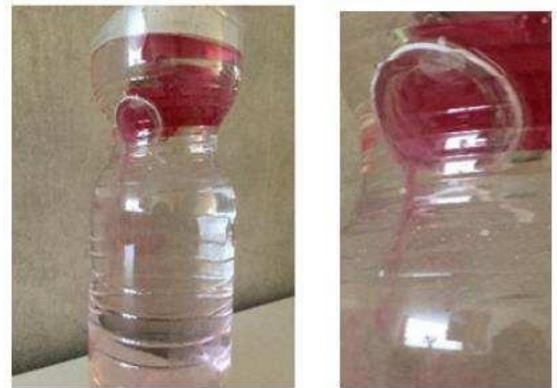


Figura 7: Introdução de água fria pelo topo do recipiente grande que tem água quente.

Atividade 3: A CORRENTE DO GOLFO

Nesta atividade, os alunos usam a aplicação Clima a Partir do Espaço, para analisarem as temperaturas superficiais do mar ao longo da rota da Corrente do Golfo para comparar dados descarregados de padrões e tendências ao longo da Corrente do Golfo, com aqueles vistos noutra lugar no Atlântico Norte. Depois vão pesquisar e explicar conexões entre a temperatura superficial do mar e outros elementos do clima, usando a compreensão desenvolvida enquanto estudavam o tópic.

Material necessário

- Acesso à internet
- Aplicação Clima a Partir do Espaço
- Ficha de trabalho 3 (2 páginas)
- Folha de cálculo de O Planeta está a aquecer da Atividade 3
- Programa de folha de cálculo ou papel milimétrico (o primeiro é melhor)

Preparação

Pode querer descarregar a folha de cálculo de O Planeta está a aquecer da Atividade 3 da secção O Planeta está a aquecer, do Clima para as Escolas, da página web da ESA (<https://climate.esa.int/educate/climate-for-schools/>) para uma localização onde os seus alunos podem aceder sem terem de entrar online, ou imprimir os dados que contém, para os alunos traçarem manualmente.

Exercício

1. Peça aos alunos para dizerem, sem usarem um mapa ou um atlas, qual está mais a norte: Paris ou Montreal? Amesterdão ou Nova Iorque? Vancouver ou Londres? Oslo ou Calgary? Em todos os casos, é a cidade Europeia. Em alguns ou em todos os casos, muitas pessoas pensam de outra forma, porque as cidades da América do Norte têm um clima mais frio.
2. Lembre aos alunos que a Europa Ocidental é aquecida pela Corrente do Golfo (como se diz na ficha de informação 1), e explique que eles vão descobrir mais sobre isto durante esta lição.
3. Peça aos alunos que comecem por explorar a Corrente do Golfo na aplicação Clima a Partir do Espaço, seguindo as instruções na ficha de trabalho 3.1. Eles deverão então usar o conjunto de dados da folha de cálculo para ver mais pormenores, como descrito na primeira parte da ficha de trabalho 3.2. O conjunto de dados é suficientemente pequeno para os alunos fazerem o traçado à mão, mas, se assim o fizerem, omite a pergunta 4 pois será difícil identificar uma linha tendencial.
4. A secção 'Estabelecer conexões' da ficha de trabalho inclui várias sugestões para investigações futuras.

As instruções pedem aos alunos para relacionarem o que descobriram com aquilo que aprenderam na primeira parte da atividade, e a parte anterior do tópic, por isso pode querer que eles trabalhem individualmente e que criem um pequeno relatório, que possa usar para avaliar a sua aprendizagem. Em alternativa, pode pedir a pares ou a grupos para fazerem um poster, uma apresentação, ou um vídeo para partilharem o que aprenderam com o resto da turma.

Respostas à ficha de trabalho

1. Existe uma diferença de temperatura óbvia nos primeiros meses do ano, quando as águas quentes da Corrente do Golfo se movem para águas mais frias do norte. Há medida que o ano avança, a diferença torna-se menos pronunciada, começando no extremo leste. A corrente está bem definida, com margens bem nítidas, ao longo da primeira parte da viagem. Quando ela se mistura com água fria proveniente do Ártico, forma padrões circulares (turbilhões), que tornam as margens da corrente mais difusas (ver https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2013/02/Sea-surface_salinity_and_currents#.X9n4wBIA-uQ.link).

2. Ver o quadro

		Temperatura média estimada / °C	
		Corrente do Golfo	Golfo do Maine
Mês	Mês		
Mais quente	agosto	26	21
Mais frio	janeiro	19	10

3. Ver Figura 8.

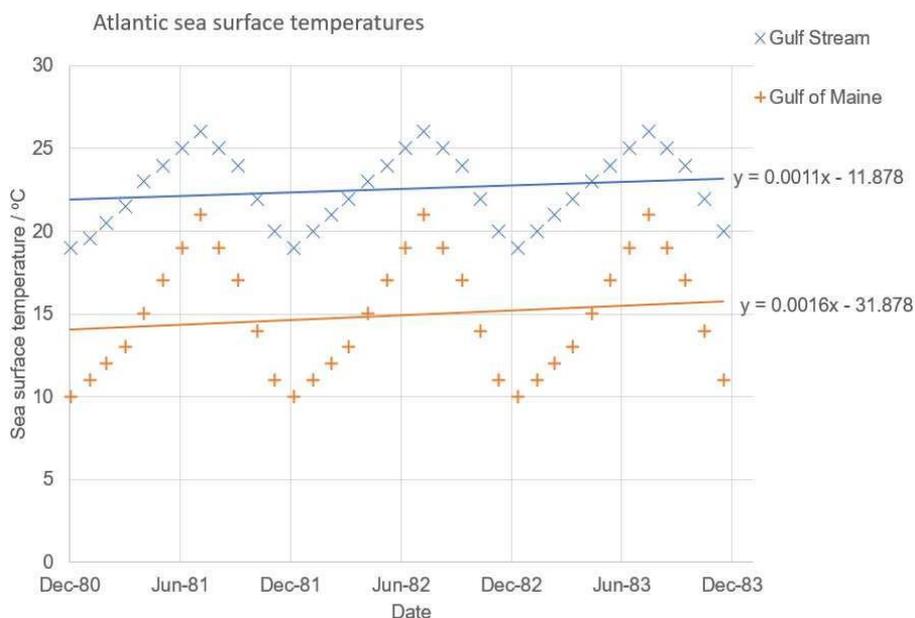


Figura 8: Gráfico de dados da folha de cálculo de O Planeta está a aquecer, Atividade 3 (Fonte: ESA CCI)

4. As águas da Corrente do Golfo são mais quentes e mostram uma variação menor na temperatura que as do Golfo do Maine, embora a mesma variação sazonal seja visível em ambos os locais. As temperaturas médias estão a subir em ambos os locais. A subida é ligeiramente mais rápida no Golfo do Maine.

As variações são $0,0011^{\circ}\text{C}/\text{dia} = 0,40^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ na Corrente do Golfo e $0,0016^{\circ}\text{C}/\text{dia} = 0,58^{\circ}\text{C}/\text{ano}$ no Golfo do Maine.

Os dados numéricos para esta atividade foram descarregados de <https://giovanni.gsfc.nasa.gov>

Ficha de trabalho 1: O PLANETA ESTÁ A AQUECER

Usa os teus conhecimentos de geometria e as equações em baixo para responderes às perguntas 1–5. Tem cuidado com as unidades e algarismos significativos.

$$\text{Potência (em W)} = \text{Energia (em J)} \div \text{tempo (em s)}$$

$$\text{Energia (em J)} = \text{massa (em kg)} \times \text{calor específico (em J kg}^{-1}\text{°C}^{-1}) \\ \times \text{variação de temperatura (em °C)}$$

1. O raio da Terra é 6400 km. Qual é a área da superfície do planeta em m²?

2. Uma estimativa da energia extra retida devido ao aquecimento global é 0,62 W m⁻². Qual é a quantidade total de energia extra retida no mundo inteiro:

a. Em cada segundo _____

b. Em cada ano? _____

3. Se toda esta energia ficasse na atmosfera, qual seria o aumento da sua temperatura anual?

$$\text{Massa total da atmosfera} = 5,14 \times 10^{18} \text{ kg}$$

$$\text{calor específico do ar} = 1158 \text{ J kg}^{-1}\text{°C}^{-1}$$

4. Se, em vez disso, toda a energia fosse para os oceanos, qual seria o aumento da sua temperatura anual?

$$\text{Massa total dos oceanos} = 1,4 \times 10^{21} \text{ kg}$$

$$\text{Calor específico médio da água do mar} = 3850 \text{ J kg}^{-1}\text{°C}^{-1}$$

5. Qual dos valores teóricos é maior? Porquê? _____

Na prática, o aumento médio da temperatura da atmosfera é muito menor que o valor que calculaste, e as medições da temperatura oceânica mostram um aumento muito maior.

6. Usa ideias da ficha de informação para te ajudarem a explicar estas diferenças.

Ficha de trabalho 2: SUBIDA E DESCIDA DA ÁGUA

O que precisas

- Recipiente grande transparente
- Recipiente pequeno
- Saco de plástico
- Elástico
- Corante alimentar ou tinta
- Gelo ou água refrigerada
- Água quente e fria
- Cronómetro ou relógio (opcional)
- Câmara (opcional)

Saúde e segurança

- Trabalha cuidadosamente para evitares derrames e salpicos que podem manchar.
- Usa água quente, entre 40°C e 60°C – se a água da torneira quente não estiver disponível, mistura água a ferver, de uma chaleira, com água fria.
- Toma cuidados extra se usares recipientes de vidro.

O que se pretende

Tu vais analisar cuidadosamente, como é que a água que está a uma determinada temperatura se comporta, quando é colocada noutra água que está a temperatura diferente. O quadro em baixo mostra algumas combinações que podes tentar.

	Água num recipiente grande	Água num recipiente pequeno
1	fria (do frigorífico ou arrefecida com gelo)	Quente
2	Quente	Fria
3	Quente	Fria (com um pequeno contentor horizontal)
4	Fria (da torneira de água fria)	Quente

O que fazer

1. Põe água, a uma determinada temperatura, num recipiente grande, até três quartos da sua capacidade.
Coloca-o numa superfície estável, e deixa a água repousar.
2. Põe água, a outra temperatura, no recipiente pequeno. Colore esta água com corante alimentar ou tinta. Tem de ficar bastante escura.
Faz uma tampa para o recipiente pequeno, de um bocado de um saco de plástico, que apertas em torno do topo com um elástico ou um fio.
Faz alguns buracos na tampa, de modo a que a água colorida possa sair, mas não rapidamente.
3. Com cuidado, verte o recipiente pequeno para dentro do maior, agitando minimamente a água.
4. Regista as tuas observações. Podes usar descrições, desenhos, fotografias ou qualquer combinação destes. Também podes registar o tempo quando vires algo especial a acontecer.
5. Quando a água estiver estável (quando parecer haver pouca alteração), esvazia os teus recipientes e tenta outra combinação. Podes querer fazer as tuas próprias combinações ou, se os recipientes que estás a usar o permitirem fazer em segurança, verter a água do recipiente pequeno a uma altura diferente.



(Fonte: ESA CCI)

Analisa os teus resultados

1. Resume as observações das combinações que fizeste do seguinte modo:
 - Selecciona as três observações que, em conjunto, mostram melhor como a situação evoluiu.
 - Descreve cada uma delas usando:
 - Uma frase, ou
 - Uma imagem legendada, ou
 - Um trecho de vídeo, (não mais de 5 segundos).
 - Explica o que aconteceu em cada ponto. Usa ideias sobre temperatura e densidade.
2. Notaste alguma coisa interessante ao comparares observações de duas combinações diferentes (por exemplo, combinações 2 e 3, ou 1 e 4)? Em caso afirmativo:
 - Acrescenta uma afirmação adicional ou uma imagem composta, destacando semelhanças e diferenças.
 - Explica o que causou as semelhanças ou as diferenças que destacaste.
3. Explica como é que aquilo que viste, está relacionado com a circulação da água e da energia nos oceanos. Podes querer fazer referência à informação da ficha de informação 1.

O teu professor diz-te o formato que deves usar para partilhares os teus resultados com o resto da turma.

Investigar a salinidade

Como podes usar este material para investigares o efeito de diferenças de salinidades na mistura entre camadas de água no oceano?

- Pensa em zonas do oceano, onde massas de água com diferentes níveis de salinidade, entram em contacto.
- Usa estas ideias para te ajudarem a escolher combinações para investigares.
- Podes querer fazer investigações preliminares sobre que quantidade de sal podes pôr na água, ou alguma pesquisa para descobrires o teor de sal de diferentes partes do oceano.

Cria um plano, e se houver tempo, realiza a tua investigação.

Demonstrar o afloramento

Como podes usar estas ideias para demonstrar, é que os ventos marítimos conduzem a afloramentos de água fria vinda do fundo do oceano?

Desenha um diagrama legendado para mostrares as tuas ideias.

Ficha de trabalho 3: A CORRENTE DO GOLFO

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

Clica no símbolo das camadas de dados (canto superior direito) e escolhe Temperatura Superficial do Mar

Vê a animação várias vezes, para verificares se compreendes como os controles no ecrã te ajudam a analisar, com mais pormenor, determinados locais ou datas.

A Corrente do Golfo é uma corrente quente superficial, que surge ao longo da costa da Flórida e flui através do Atlântico Norte.

Padrões gerais

Redimensiona o globo do Clima a Partir do Espaço, para que possas ver em pormenor a Corrente do Golfo, e desloca-te pela animação, mês a mês durante um ou dois anos.

1. Como é que a Corrente do Golfo se desenvolve e altera no decurso de um ano? Observa coisas, tais como, até onde se estende no oceano em cada mês, quão definidas são as bordas, e a diferença de temperatura entre a corrente e o oceano envolvente.

Para descobrires mais sobre a Corrente do Golfo, vais-te focar em duas localizações:

- A Corrente do Golfo a este de Norfolk, na Virgínia.
- O Golfo do Maine.

Usa um mapa online para localizares estas duas áreas, de modo a poderes usar a forma da costa para as identificares na aplicação Clima a Partir do Espaço.

2. Quais os meses em que as águas da Corrente do Golfo parecem estar mais quentes e mais frias? Faz uma estimativa da temperatura, em cada caso, e compara-a com os resultados, nos mesmos meses, para o Golfo do Maine

	Mês	Temperature media estimada / °C	
		Corrente do Golfo	Golfo do Maine
Mais quente			
Mais fria			

Alterações de temperatura

Abre a folha de cálculo do Planeta está a aquecer, na Atividade 3. (O teu professor diz-te como podes aceder a isto.) A folha de cálculo mostra alguns dos dados que foram usados para criar a visualização na aplicação Clima a Partir do Espaço.

3. Coloca ambos os conjuntos de dados num gráfico único com a data no eixo dos x e a temperatura superficial no eixo dos y.

Usa o teu gráfico para verificares as tuas respostas à pergunta 2.

Acrescenta uma linha aproximadamente reta para cada conjunto de dados, mostrando as equações para cada linha no gráfico.

4. O que é que estas linhas e as suas equações nos dizem, sobre o que está a acontecer à água do Golfo do Maine e da Corrente do Golfo? Procura semelhanças e diferenças e, se poderes, usa valores para apoiarem as tuas descrições.

Estabelecer ligações

Descobre mais sobre o comportamento e o impacto da Corrente do Golfo, usando a aplicação Clima a Partir do Espaço e outras fontes.

Podes investigar uma destas perguntas ou uma das tuas.

- Como é que a Corrente do Golfo afeta a distribuição de fitoplâncton no Oceano Atlântico? (usa a camada de dados sobre a Cor do Oceano.)
- Existe relação entre a Corrente do Golfo e padrões de salinidade no Atlântico Norte?
- Como é que a extensão de gelo marinho afeta a Corrente do Golfo?
- Existem diferenças na rugosidade do mar ao longo do trajeto da Corrente do Golfo? (Usa a camada de dados do Estado do Mar.)
- Há diferenças dignas de nota, na cobertura de nuvens, à medida que a temperatura da Corrente do Golfo se altera?

Usa o que sabes sobre como a energia e a água se movimentam entre a atmosfera e o oceano, para relacionares esta nova informação com os padrões e tendências da temperatura superficial do mar que descreveste em cima.

Ficha de informação 1: O PLANETA ESTÁ A AQUECER

Se fores tomar um banho no mar num dia de verão, a água pode estar surpreendentemente fresca. De facto, uma das maiores causas de afogamento, especialmente durante o verão, é o choque provocado pela água fria. Embora o sol esteja no seu ponto mais elevado no céu, e haja mais horas de luz solar do que noutro dia qualquer do ano, o mar só atinge a sua temperatura máxima três meses depois, no outono. Este atraso, mostra que o mar tem uma capacidade térmica elevada—é necessária muita energia para alterar a sua temperatura, por isso é lento a aquecer e lento a arrefecer.

A água é incrivelmente boa a armazenar o calor. Tão boa, que os três metros superiores do oceano, sozinhos, retêm tanto calor como toda a atmosfera— e a atmosfera estende-se até uma altura de quase 100 quilómetros. A capacidade do oceano de armazenar, transportar e libertar lentamente a energia que recebe do Sol, torna-o um dos reguladores chave do clima no nosso planeta. As camadas superiores do oceano absorvem cerca de 90% do calor em excesso, causado pelo aquecimento global.

Mover o calor à volta do mundo

O equador recebe muito mais energia do Sol que as regiões polares. Contudo, a circulação do oceano e a atmosfera redistribuem esta energia por todo o mundo. As correntes oceânicas são conduzidas pela rotação da Terra, ventos superficiais, diferenças de densidade da água provocadas por diferenças na salinidade, e temperatura. Geralmente as camadas superiores do oceano movimentam-se no sentido dos ponteiros do relógio no hemisfério norte e no sentido contrário no hemisfério sul.

Correntes quentes superficiais, tais como a Corrente do Golfo, mostrada na figura, transporta água quente do equador e dos trópicos para latitudes mais elevadas. Este transporte de calor em direção ao polo é responsável pelo clima ameno da Europa Ocidental. No Pacífico, a Corrente Kuroshio aquece a costa oriental do Japão, e habitualmente, há uma corrente fria equatorial estendendo-se para oeste proveniente da América do Sul.



O mapa de Benjamin Franklin da Corrente do Golfo, publicado em 1786

A chamada Corrente Termohalina, estende-se às profundezas do oceano e abrange o globo inteiro. A água demora cerca de 1000 anos a mover-se através dela. Quer o oceano quer a atmosfera, transportam aproximadamente a mesma quantidade de calor em direção aos polos. A circulação da atmosfera é parcialmente conduzida pela energia trocada, quando a água do oceano se evapora e quando a chuva cai. Isto torna o mar um importante regulador do clima e a temperatura da sua superfície uma medição chave para os cientistas do clima.

O efeito de oceanos mais quentes

Temperaturas superficiais do mar mais elevadas conduzem a mais evaporação. Mais vapor de água na atmosfera é provável que aumente a cobertura de nuvens e a quantidade de chuva. No Mediterrâneo ocidental, mares mais quentes são um fator chave no desenvolvimento de tempestades súbitas e inundações repentinas, que afligem as costas de França, Itália e Espanha no fim do verão.

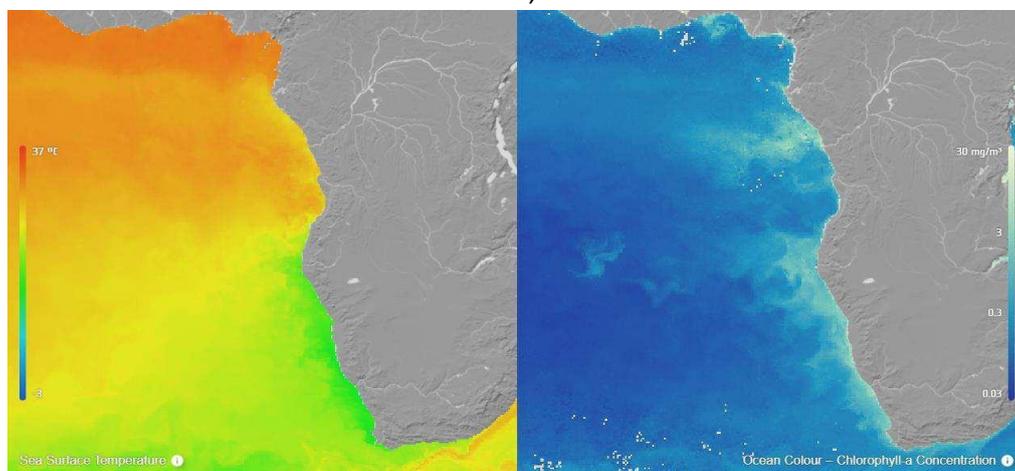
A uma escala maior, temperaturas da água elevadas em oceanos tropicais, potenciam ocorrências climáticas extremas tais como furacões. A troca de energia entre o oceano e a atmosfera é tão grande durante estes eventos, que a temperatura superficial do mar durante o despertar de um furacão pode baixar consideravelmente.

Mapas da temperatura superficial do mar mostram não só correntes quentes e frias, mas também quando a água fria está a aflorar, isto é, sobe das profundezas do oceano até à superfície. Isto acontece quando a água superficial é empurrada para a costa por ventos dominantes.

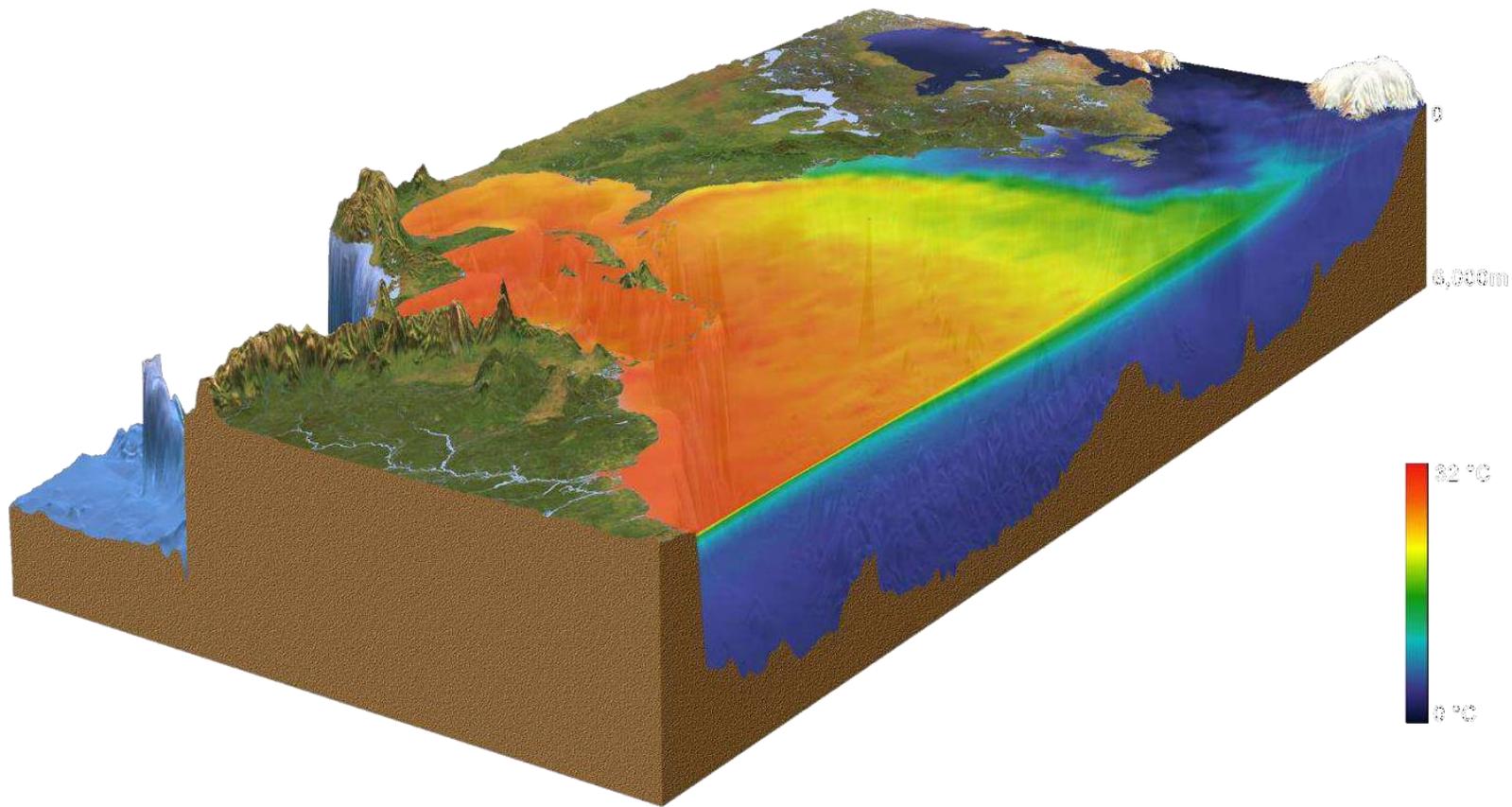
Monitorizar o oceano

É provável que a parte superior do oceano esteja a aquecer desde meados do século dezanove. Contudo, os cientistas só conseguiram medir o aquecimento da superfície do oceano, a partir do espaço, desde a década de 1970. Os satélites, que transportam câmaras infravermelhas, medem as temperaturas do oceano com a precisão de vários décimos de graus Celsius.

Alguns destes satélites transportam sensores que fornecem medições muito precisas para uma pequena área do oceano num momento específico; outros medem a temperatura média de uma área maior, por isso podemos recolher dados de toda a Terra a intervalos de poucos dias. Os cientistas do clima têm informação conjunta de sensores de uma gama de satélites, de modo a produzirem dados de alta qualidade e fiabilidade, que mostram como o oceano tem vindo a mudar nestes últimos anos. Os conjuntos de dados cobrem não só a temperatura, como também variáveis tais como a salinidade, o nível do mar, a altura das ondas e os níveis de clorofila (a partir dos quais podemos determinar a abundância de fitoplâncton que está na base da cadeia alimentar oceânica).



Temperatura superficial do mar e clorofila oceânica ao longo da costa Africana. O afloramento de água fria transporta nutrientes do fundo do mar onde o plâncton cresce. (FONTE: ESA CCI)



secção transversal através do Atlântico Norte que mostra como a temperatura varia ao longo da superfície e com a profundidade (Fonte: Planetary Visions)

Links Recursos

Aplicação Clima a Partir do Espaço

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

Clima para as escolas

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

Ensinar com o espaço

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

Investigar a Corrente do Golfo com LEO Works

https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Weather_EN/SEM29YK1YHH_0.html

Projetos espaciais da ESA

Departamento para o Clima da ESA

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

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

SMOS – Humidade do solo e salinidade do oceano

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

Informação adicional

Mapear as águas salgadas

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

Temperatura superficial do mar, vídeo

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/09/Sea-surface_temperature#.X9oKqkStwEY.link

Mais 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