



## PARA ONDE FORAM TODOS OS GLACIARES?

### TEMA

Alterações do clima no Ártico.

### NÍVEL DE ESCOLARIDADE

3º Ciclo do Ensino Básico e Secundário

### QUESTÃO

De que forma está a mudar o clima na região do Ártico e que impactos são esperados?

### OBJECTIVOS DE APRENDIZAGEM

Os alunos serão capazes de descrever de que forma é que as alterações climáticas estão a afectar o gelo do mar, a vegetação e os glaciares da região do Ártico.

Os alunos serão capazes de explicar de que forma é que as alterações climáticas no Ártico poderão originar impactos globais e serão capazes de fornecer três exemplos de importantes impactos.

Os alunos serão capazes de explicar de que forma é que um determinado impacto resultante de uma alteração climática poderá ser considerado "positivo" ou "negativo", e serão capazes de fornecer pelo menos um exemplo de cada.

### MATERIAIS

- Exemplares da "Ficha de Trabalho sobre Alterações Climáticas no Ártico," um por aluno ou por grupo de alunos.
- (Opcional) Exemplares "ACIA Highlights" (Arctic Climate Impact Assessment) e "Alterações Climáticas, o Ártico e o Reino Unido: orientações para futuras investigações" - ver ponto 1 do "Procedimento".

### DURAÇÃO DA ACTIVIDADE

Um ou dois períodos de 45 minutos, acrescido de tempo para investigação dos alunos.

### DISPOSIÇÃO DA SALA

Estilo sala de aulas (se os alunos estiverem a trabalhar individualmente) ou grupos de dois a quatro alunos.

### NÚMERO MÁXIMO DE ALUNOS

30

### PALAVRAS CHAVE

Oceano Ártico  
Bacia do Canadá  
Alterações climáticas  
Gás de estufa  
Permafrost (substrato permanentemente gelado)  
Gelo do mar  
Nível do mar

### INFORMAÇÃO DE APOIO

O Oceano Ártico é o oceano mais inacessível e menos estudado dos principais oceanos da Terra. Embora seja a mais pequena das quatro bacias oceânicas mundiais, o Oceano Ártico tem uma área total de 14 milhões de quilómetros quadrados (5,4 milhões de milhas quadradas); quase 1 vez e meia o tamanho dos Estados Unidos. A zona mais profunda do Oceano Ártico (5.441 m; 17.850 pés), conhecida como a Bacia do Canadá, é especialmente isolada e inexplorada por estar coberta de gelo durante todo o ano. Uma grande parte da Bacia do Canadá também é geograficamente isolada pela maior plataforma continental de todas as bacias oceânicas (profundidade média de cerca de 50 metros), fazendo fronteira com a Eurásia e a América do Norte. O Mar Chukchi faz ligação com o Oceano Pacífico através do Estreito de Bering, mas esta ligação é muito estreita e pouco profunda e por isso, as trocas de águas dão-

se com o Oceano Atlântico, através do Mar da Gronelândia. Este isolamento faz com que seja provável que espécies únicas se tenham desenvolvido na Bacia do Canadá.

A expedição "*Exploração Oceânica ao Oceano Ártico*", em 2002, focou especificamente a biologia e a oceanografia da Bacia do Canadá. Estas explorações incluíram três comunidades biológicas típicas:

1. o ambiente do "Gelo do Mar" inclui animais e plantas que vivem sobre, dentro e sob o gelo que flutua na superfície do oceano;
2. o ambiente pelágico inclui organismos que vivem na coluna de água, entre a superfície e o fundo do oceano;
3. o ambiente bentónico é formado por organismos que vivem no fundo do mar, incluindo esponjas, bivalves, crustáceos, vermes poliquetas, anêmonas marinhas, briozoários, tunicatos e ascídias.

Estes ambientes estão ligados de muitas formas e as teias alimentares em cada ambiente interagem com as dos outros ambientes.

O gelo do mar proporciona um complexo habitat para muitas espécies que são chamadas de simpáguas, o que significa "associado ao gelo." O gelo é perfurado por uma rede de túneis chamados de canais de água salgada que variam, em termos de dimensão, de canais microscópicos (uns milésimos de milímetro) a canais com mais de uma polegada (2,54 cm) de diâmetro. Estes canais são habitados por diatomáceas e algas que, a partir da luz solar, obtêm energia para produzirem material biológico através da fotossíntese (um processo chamado produção primária). As bactérias, vírus e fungos também habitam nos canais e, juntamente com as diatomáceas e as algas, fornecem uma fonte de energia (alimento) aos vermes achatados, crustáceos e outros animais.

Na Primavera, o degelo liberta organismos e nutrientes que interagem com a água do oceano por baixo do gelo. Formam-se grandes massas de algas na interface água do mar / gelo que poderão formar filamentos com vários metros de comprimento. No Oceano Ártico, mais de

50% da produção primária média provém de algas unicelulares que vivem perto da junção do gelo com a água do mar e esta interface é crucial para o ecossistema polar marinho, fornecendo uma fonte de energia (alimento) a muitos organismos assim como protecção em relação a predadores. O bacalhau do Ártico utiliza a interface como zona de criação que por sua vez, fornece uma importante fonte de alimento a muitos mamíferos marinhos e pássaros, assim como vias de migração para os ursos polares. Na Primavera, a cobertura de gelo sólido fragmenta-se em blocos de gelo que conseguem transportar organismos, nutrientes e poluentes ao longo de milhares de quilómetros. O degelo parcial do gelo do mar durante os meses de verão origina lagos na superfície do gelo que se chamam "polynyas" e contêm as suas próprias comunidades de organismos. Como apenas 50% deste gelo derrete no verão, as correntes de gelo poderão existir durante muitos anos, podendo atingir uma espessura superior a 2 metros.

Quando o gelo do mar derrete, entra mais luz solar no mar e as algas crescem rapidamente, uma vez que o sol brilha 24 horas por dia durante o verão. Estas algas fornecem energia a uma variedade de organismos pelágicos, incluindo crustáceos e alforrecas flutuantes, chamados de zooplâncton, que são a fonte de energia de grandes animais pelágicos como peixes, lulas, focas e baleias. Quando os organismos pelágicos morrem, assentam no fundo do mar e tornam-se na fonte de energia dos habitantes do ambiente bentónico. Estes animais fornecem energia aos peixes que se alimentam no fundo do mar, baleias e focas.

A "*Expedição ao Oceano Escondido*" foca investigações adicionais a estes ambientes. O principal objectivo desta expedição é ajudar a estabelecer um inventário da vida marinha e um mapa do ambiente físico e químico do gelo do mar, dos ecossistemas pelágico e bentónico da Bacia do Canadá.

Estas investigações são cada vez mais urgentes, porque o ambiente do Ártico está a mudar a uma rapidez dramática. Um relatório de 2004

do Conselho do Ártico afirma que a temperatura no Ártico está a subir quase o dobro do que está a aumentar no resto do mundo. Um resultado visível é o rápido desaparecimento dos glaciares e do gelo do mar. Menos visíveis são os impactos nos organismos vivos cujo habitat depende dos glaciares e do gelo do mar. O derretimento do gelo do mar também poderá ter efeitos directos nas comunidades humanas. A *Folha de Gelo da Gronelândia*, por exemplo, tem água suficiente para aumentar o nível global do mar em 7 metros. Uma subida do nível do mar desta magnitude seria suficiente para inundar muitas cidades costeiras, incluindo grande parte da cidade de Londres. Nesta lição, os alunos irão investigar alguns dos impactos que se espera que resultem do aquecimento do clima no Ártico.

#### PROCEDIMENTO

1. Para ficar mais familiarizado com a "*Expedição ao Oceano Escondido*", poderá visitar a página da expedição (<http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/05arctic/welcome.html>) para uma visão geral da expedição e textos suplementares.

Esta lição pretende apresentar aos alunos alguma informação básica sobre as alterações climáticas no Ártico. A Avaliação do Impacto Climático no Ártico (Arctic Climate Impact Assessment - ACIA) é um projecto internacional do Conselho do Ártico e do Comité Científico Internacional do Ártico para avaliar e sintetizar os conhecimentos sobre a variabilidade, a alteração climática e o aumento da radiação ultravioleta no Ártico e as consequências destas alterações. O relatório científico completo da ACIA foi publicado em Julho de 2005. Alguma da informação básica contida neste relatório está resumida noutros dois relatórios: "*ACIA Highlights*" (*Arctic Climate Impact Assessment*) e "*Alterações Climáticas, o Ártico e o Reino Unido: Orientações para futuras investigações*". Ambos os relatórios estão disponíveis na Internet em: <http://amap.no/acia/Highlights.pdf> e [http://www.tyndall.ac.uk/publications/tyn\\_symp/arctic.pdf](http://www.tyndall.ac.uk/publications/tyn_symp/arctic.pdf) respectivamente.

Para preparar esta lição, reveja estes materiais e a "Ficha de Trabalho sobre as

Alterações Climáticas no Ártico". Poderá fazer *download* e copiar estes documentos se os alunos não utilizarem a Internet para a realização do trabalho solicitado.

2. Faça uma revisão sumária da geografia do Oceano Ártico, especialmente da localização da Bacia do Canadá e das actividades da "*Expedição ao Oceano Escondido*". Não discuta as alterações climáticas no Ártico nesta fase. Diga aos alunos que o seu trabalho será de responder às questões da "Ficha de Trabalho sobre as Alterações Climáticas no Ártico". Forneça cópias dos relatórios atrás mencionados ou forneça os respectivos sites aos alunos.

3. Inicie uma breve discussão sobre as respostas dos alunos às questões da ficha. A discussão deverá abordar os seguintes pontos:

- A extensão de gelo do mar no Ártico diminuiu em cerca de 5% nos últimos 20 anos (8% nos últimos 30). Em algumas zonas, a espessura do gelo do mar diminuiu em cerca de 40%.
- O clima do Ártico está a aquecer mais rapidamente do que em qualquer outro local da Terra. As razões para este fenómeno incluem:
  - Diminuição da reflectividade da superfície causada pelo derretimento da neve e do gelo, que permite uma maior absorção de energia solar pela superfície da Terra;
  - Uma maior quantidade da energia captada vai directamente para o aquecimento em vez de fornecer calor para a evaporação;
  - É necessário menos calor para aquecer a atmosfera do Ártico porque essa atmosfera é mais rarefeita do que em qualquer outro lugar;
  - Com menos gelo do mar, o calor absorvido pelo oceano no verão é mais facilmente transferido para a atmosfera no inverno; e
  - As alterações na circulação atmosférica e oceânica poderão fazer com que o calor fique retido na região do Ártico.
- O gelo da *Folha de Gelo da Gronelândia* contém água suficiente para subir o nível

global da água do mar em 7 metros.

- O gelo do mar está a derreter a uma velocidade cada vez maior na *Folha de Gelo da Gronelândia*.
- Os níveis médios globais do mar subiram cerca de 8 cm durante os últimos 20 anos.
- A tendência do degelo na *Folha de Gelo da Gronelândia* foi interrompida em 1992, quando as cinzas do vulcão Monte Pinatubo reduziram a quantidade de luz solar a atingir a superfície da Terra, o que resultou num evento de arrefecimento global a curto-prazo.
- As alterações da neve, do gelo e da vegetação baixaram a reflectividade da terra e das superfícies oceânicas do Ártico, fazendo com que uma quantidade maior de energia solar fosse absorvida e acelerando, assim, o aquecimento global.
- A subida do nível do mar e a diminuição de gelo do mar permitem que ondas e tempestades mais fortes atinjam a costa, aumentando a erosão costeira, especialmente onde o permafrost a derreter enfraqueceu a estrutura do solo.
- Acredita-se que o Ártico contenha um quarto dos recursos petrolíferos por descobrir do mundo.
- Embora a tendência para a região do Ártico entre 1966 e 1995 fosse de temperaturas mais quentes, ocorreu uma tendência de arrefecimento nas zonas mais a norte do Ártico durante esse período.
- Actualmente, as principais indústrias do Ártico são a pesca, a produção de madeira, a mineração e a produção de petróleo. Para além disso, a importância do turismo e das energias renováveis está a aumentar.
- A radiação ultravioleta no Ártico está a aumentar devido à diminuição do ozono estratosférico.
- Os glaciares estão a diminuir por toda a região do Ártico.
- As plantas lenhosas e os arbustos estão cada vez mais difundidos e estão a substituir a vegetação tipo tundra.
- O permafrost está a diminuir a uma taxa crescente, originando um substrato instável ao nível do solo, o qual danifica estradas, oleodutos e fundações de edifícios.
- Tem-se verificado uma restrição das viagens

pelo gelo porque o é fino e menos estável.

- Os climas mais quentes poderiam causar quantidades significativas de água, metano e dióxido de carbono libertado pelo Ártico. O resultado dessas libertações seria a subida do nível do mar e temperaturas cada vez mais elevadas devido ao “efeito de estufa” do metano e do dióxido de carbono.
- Como muitas das actividades no Ártico são actualmente condicionadas pelo gelo do mar, a diminuição da extensão de gelo do mar poderia ser um estímulo para o desenvolvimento comercial.
- O aumento do desenvolvimento económico poderia ter impactos negativos graves nas zonas selvagens, na qualidade do ambiente e nas culturas indígenas.
- As grandes reduções da quantidade de gelo do mar poderiam tornar o Oceano Ártico na via marítima mais curta entre a América do Norte e o Oriente.

Os alunos deverão perceber que um impacto pode ser considerado positivo ou negativo, muitas vezes dependendo da perspectiva de cada um. Se gostarmos de ursos polares e de baleias ou se pertencermos a uma cultura indígena do Ártico, então, muitas das alterações resultantes de um clima aquecido no Ártico são devastadoras. Por outro lado, se estivermos envolvidos na indústria petrolífera ou dos transportes marítimos internacionais, essas mesmas alterações poderão ser consideradas novas oportunidades.

Os alunos também deverão compreender que embora a emissão de gases com efeito de estufa pelas actividades humanas não seja a única responsável pelas alterações climáticas, desempenha um papel significativo nessas alterações (a ACIA afirma que estas emissões “tornaram-se no factor dominante”). Certifique-se que os alunos compreendem que as concentrações atmosféricas de gases com efeitos de estufa irão permanecer elevadas nos próximos séculos mesmo que as emissões fossem totalmente erradicadas, mas a taxa e a extensão do aquecimento poderão ser reduzidas se a quantidade de futuras emissões diminuísse significativamente.

### A LIGAÇÃO À “BRIDGE”

[www.vims.edu/bridge/](http://www.vims.edu/bridge/) - Entre em “greenhouse” na caixa “Search” e em seguida carregue em “Search” para apresentar as entradas no Website da BRIDGE Web relativamente ao aquecimento global e efeito de estufa.

### A LIGAÇÃO A “MIM PRÓPRIO”

Peça aos alunos para escreverem um pequeno texto a descrever os impactos pessoais das alterações climáticas no Ártico.

### LIGAÇÕES A OUTRAS DISCIPLINAS

Biologia, Língua Portuguesa, Geografia

### AValiação

Os relatórios dos alunos preparados no Passo 2 do Procedimento e na discussão de grupo do Passo 3 proporcionam oportunidades de avaliação.

### SUPLEMENTOS

1. Visite [http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02arctic/background/education/media/arctic\\_lessonplans.html](http://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/02arctic/background/education/media/arctic_lessonplans.html) para ter acesso a mais planos de aulas e actividades relacionadas com a “Expedição ao Oceano Escondido”, em 2002.
2. Aceda a [http://oceanography.geol.ucsb.edu/Ocean\\_Materials/Mini\\_Studies/Greenhouse\\_gases/Greenhouse\\_gases.html](http://oceanography.geol.ucsb.edu/Ocean_Materials/Mini_Studies/Greenhouse_gases/Greenhouse_gases.html) para mais informações e actividades relacionadas com efeito de estufa.

### RECURSOS

<http://oceanexplorer.noaa.gov> – Acompanhe a “Expedição ao Oceano Escondido”, em 2005 através dos documentários e descobertas para utilização na sala de aulas.

[http://www.tyndall.ac.uk/publications/tyn\\_symp/arctic.pdf](http://www.tyndall.ac.uk/publications/tyn_symp/arctic.pdf) - Sinopse de uma conferência sobre “Alterações climáticas no Ártico e no Reino Unido: orientações para futuras investigações” 8 Maio 2002, *University of East Anglia*

<http://www.acia.uaf.edu> – Página da Web para a Secretária de Avaliação do Impacto Climático no Ártico (ACIA)

<http://www.uky.edu/KGS/education/geologictimescale.pdf> e <http://www.uky.edu/KGS/education/activities.html#time> – Excelentes recursos sobre o tempo geológico e principais eventos na história da Terra.

### PARA MAIS INFORMAÇÕES

Paula Keener-Chavis, Director, Education Programs NOAA Office of Ocean Exploration Hollings Marine Laboratory  
331 Fort Johnson Road, Charleston SC 29412  
843.762.8818  
843.762.8737 (fax)  
[paula.keener-chavis@noaa.gov](mailto:paula.keener-chavis@noaa.gov)

### AGRADECIMENTOS

Este plano de aula foi elaborado por Mel Goodwin, PhD, *The Harmony Project*, Charleston, SC para a *National Oceanic and Atmospheric Administration*.  
Se reproduzir este plano de aula, é favor citar a NOAA como fonte, e fornecer o seguinte URL:  
<http://oceanexplorer.noaa.gov>

## FICHA DO ALUNO

### Ficha de Trabalho sobre as Alterações Climáticas no Ártico

1. O que é que aconteceu ao Mar do Ártico nos últimos 20 anos?

---

---

---

---

2. Em que se comparam as tendências climáticas no Ártico com as tendências semelhantes noutros locais da Terra?

---

---

---

---

3. De que forma poderia a água da *Folha de Gelo da Gronelândia* afectar os níveis globais do mar?

---

---

---

---

4. O que é que está a acontecer ao gelo do mar na *Folha de Gelo da Gronelândia*?

---

---

---

---

5. O que é que aconteceu com o nível médio global do mar nos últimos 20 anos?

---

---

---

---



## FICHA DO ALUNO

### Ficha de Trabalho sobre as Alterações Climáticas no Ártico (cont. I)

6. O que é que aconteceu em 1992 que interrompeu o padrão de alterações na *Folha de Gelo da Gronelândia*?

---

---

---

---

7. De que forma poderão as alterações da neve, do gelo e da vegetação no Ártico afectar o aquecimento global?

---

---

---

---

8. De que forma poderia o clima aquecido do Ártico afectar a erosão costeira?

---

---

---

---

9. Até que ponto são significativas as reservas petrolíferas do Ártico?

---

---

---

---

10. As tendências climáticas são as mesmas para toda a região do Ártico?

---

---

---

---

## FICHA DO ALUNO

### Ficha de Trabalho sobre as Alterações Climáticas no Ártico (cont. II)

11. Actualmente, quais são as principais indústrias no Ártico?

---

---

---

12. O que é que está a acontecer aos níveis de radiação ultravioleta na região do Ártico?

---

---

---

13. O que é que está a acontecer aos glaciares da região do Ártico?

---

---

---

14. De que forma estão a mudar os padrões da vegetação na região do Ártico?

---

---

---

15. De que forma estão as alterações do permafrost a afectar as actividades humanas?

---

---

---

16. Que alterações estão a ocorrer em termos de viagens pelo gelo do Ártico?

---

---

---



## FICHA DO ALUNO

### Ficha de Trabalho sobre as Alterações Climáticas no Ártico (cont. III)

17. Os climas mais aquecidos poderiam causar libertações significativas de que substâncias do Ártico? Que consequências poderão ter essas libertações?

---

---

---

---

18. Que impactos positivos e negativos poderão resultar da diminuição do gelo do mar do Ártico?

---

---

---

---

19. Que alterações no transporte marítimo poderão resultar das enormes diminuições do gelo no mar no Ártico?

---

---

---

---