



A CIÊNCIA CIDADÃ ESCOLAR NA CLIMANTOPIA

CONCEPÇÃO DE PRÁTICAS LABORATORIAIS SOBRE AS
ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS PARA DIVULGAÇÃO ATRAVÉS DE
STANDS ESCOLARES EM LOCAIS TURÍSTICOS

Francisco Sóñora

LunaAitor Alonso

MéndezMarina Elisa Arévalo González

A CIÊNCIA CIDADÃ ESCOLAR NA CLIMANTOPIA

CONCEPÇÃO DE PRÁTICAS LABORATORIAIS SOBRE
AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS PARA DIVULGAÇÃO
ATRAVÉS DE STANDS ESCOLARES EM LOCAIS
TURÍSTICOS

AUTORES

- ☞ Francisco Sóñora Luna (Coordenador)
Universidade de Santiago de Compostela
- ☞ Aitor Alonso Méndez
Universidade de Santiago de Compostela
- ☞ Marina Elisa Arévalo González
IE Giner de los Ríos em Lisboa

DESENHO

- ☞ Teresa Neves
Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro
Universidade de Aveiro

TRADUÇÃO

- ☞ Carmen Marques
Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro
Universidade de Aveiro

Ação EduCinema Clima Tour:

*Criatividade colectiva e educação comunitária na literacia cinematográfica
para o turismo de ação climática*

Referencia: 2020-1-ES01-KA227-SCH-096314

Introdução	4
1. Trabalhos práticos de laboratório.....	6
1.1. Porque é que a temperatura aumenta?.....	6
1.2. O albedo é importante?	10
1.3. O oceano está a aquecer?	15
1.4. Porque é que os furacões se formam em regiões oceânicas próximas do equador e, geralmente, na estação quente?.....	20
1.5. Porque é que o nível do mar está a subir?.....	26
1.6. Porque é que estamos tão preocupados com o aquecimento global? 	30
1.7. Porque é que o oceano acidifica?.....	37
1.8. Alterações climáticas e erosão dos solos	44
1.9. O que é a chuva ácida?	47
2. Como é que estas práticas podem ser levadas para contextos turísticos de ação dos cidadãos?.....	50
2.1. Plano estratégico para desenvolver estas práticas laboratório em contextos turísticos de ação cidadã	50
2.2. Impressão de ilustrações gerais e criação de outras instalações para utilização em stands.....	53
2.3. Organização do material de microscopia, ótica, simulação e apresentação de amostras nos stands	55
2.4. Estratégias para a participação de diferentes gerações.....	57
2.5. Criação de desenhos para kits de prática de stand.....	59
3. Boas práticas de projectos de ciência cidadã e agrupamento de recursos.....	60
3.1. Exemplos de projectos de ciência cidadã	60
3.2. Meteoescolas	63
3.3. Oceânica	65
3.4. EduCO₂ cean.....	67
3.5. Zosteco	71
3.6. e-InnoEduCO₂	73
3.7. Quatro climas	76
Referências	81

INTRODUÇÃO

A **ciência cidadã** ou **demo-ciência**, definida por alguns autores como uma espécie de democracia científica, procura levar o conhecimento científico para além das fronteiras do laboratório. O cidadão torna-se assim um agente fundamental no avanço da ciência, assumindo o conhecimento e contribuindo para o seu progresso, enquanto sensibiliza para as questões ambientais, formando assim cidadãos mais conscientes e responsáveis.



Imagem 1: Exemplo de uma atividade de ciência cidadã realizada no Ciência Viva.

Com este manual prático, pretendemos transferir este cenário de colaboração em rede e transdisciplinar para a esfera educativa, convertendo a ciência cidadã numa forma de práticas de aprendizagem-serviço. Baseia-se em problemas e situações que convidam professores e alunos a investigar para responder a uma questão socialmente relevante ou responder a uma necessidade detetada: qual é a origem das alterações climáticas, como é que o aquecimento dos oceanos afeta a segurança alimentar, o que acontece com a formação de furacões, porque é que o oceano acidifica e porque é que o oceano se torna mais ácido? como é que as alterações climáticas estão relacionadas com a erosão do solo?

Ao mesmo tempo, são propostos métodos inovadores e estratégias de divulgação para alargar a influência desta prática ambiental a través da divulgação no sector do turismo. O principal objetivo da divulgação destas práticas no sector do turismo é aumentar a sensibilização para as alterações climáticas e os seus impactos, bem como promover a ação climática através do turismo sustentável. Ao promover estas práticas entre os turistas e as partes interessadas do sector, procura-se criar um efeito multiplicador, incentivando comportamentos responsáveis e medidas de

proteção ambiental.



Em última análise, o objetivo é promover um turismo consciente e respeitador do ambiente que contribua para a conservação dos recursos naturais, a atenuação das alterações climáticas e o desenvolvimento sustentável dos destinos turísticos. O objetivo é amplificar o impacto destas práticas, divulgando-as e integrando-as no sector do turismo, a fim de promover uma transição para um turismo mais sustentável e responsável que beneficie as comunidades locais e o ambiente.

1.1. PORQUE É QUE A TEMPERATURA ESTÁ A AUMENTAR?



Imagem 2: Fotografia da atmosfera.

Introdução

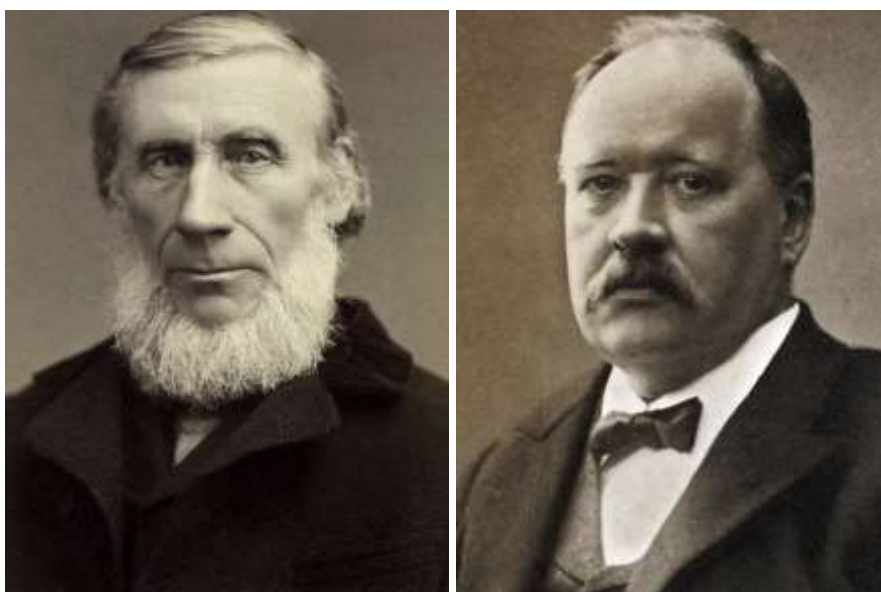
De acordo com o IPCC, a temperatura global aumentou 1°C desde a Revolução Industrial. As causas deste aumento são claras e inequívocas: a emissão antropogénica exponencial de gases com efeito de estufa que se verificou nos últimos anos.

Eunice Foote foi uma cientista americana do século XIX que deu importantes contributos para o domínio da ciência atmosférica. Em 1856, realizou uma série de experiências pioneiras para estudar os efeitos dos gases no aquecimento atmosférico. Em particular, Foote realizou experiências com recipientes de vidro transparente cheios de diferentes gases. Expôs estes recipientes à luz solar e mediu a temperatura no interior para determinar como os diferentes gases afetavam a absorção de calor.



Imagem 3: Eunice Foote.

As suas experiências mostraram que o dióxido de carbono tinha um efeito significativo no aumento da temperatura, em comparação com o ar normal. Eunice Foote concluiu que a presença de **d i ó x i d o** de carbono na atmosfera poderia contribuir para o aquecimento global. Embora a sua descoberta tenha sido revolucionária, Eunice Foote não foi reconhecida na altura. No entanto, o seu trabalho constitui a base para a compreensão do efeito de estufa e do papel dos gases com efeito de estufa nas alterações climáticas. Em reconhecimento das suas contribuições, Eunice Foote é atualmente considerada uma pioneira no estudo científico das alterações climáticas. A invisibilização do papel das mulheres na ciência na altura fez com que, historicamente, o esclarecimento do papel do dióxido de carbono no aquecimento global tenha sido atribuído principalmente a John Tyndall, pelos seus contributos para a descoberta da forma como moléculas como o dióxido de carbono ou o metano bloqueiam a radiação infravermelha (1859), e a Svante August Arrhenius, pelo seu cálculo de como a duplicação do CO₂ na atmosfera aumentaria a temperatura em 5-6°C (1896).



Imagens 4 e 5: John Tyndall e Svante Arrhenius.

Atualmente, não existem dúvidas na comunidade científica sobre a origem antropogénica das atuais alterações climáticas, bem como sobre as suas causas e consequências. Neste exercício prático, faremos uma abordagem às suas experiências para demonstrar o papel do dióxido de carbono nas alterações climáticas antropogénicas.

Conteúdo

- ☞ Gases com efeito de estufa
- ☞ Efeito de estufa
- ☞ Alterações climáticas antropogénicas

Objectivos

1. Destacar o papel do dióxido de carbono como gás com efeito de estufa.
2. Saiba mais sobre as experiências de Eunice Foote.
3. Compreender a origem antropogénica das actuais alterações climáticas.
4. Apreciar o efeito de estufa como um requisito fundamental para a vida na Terra.

Material necessário

- ☞ Dois frascos
- ☞ Dois termómetros
- ☞ Bicarbonato
- ☞ Vinagre
- ☞ Folha de alumínio

Protocolo

1. Rotular os frascos: um servirá de controlo e o outro de estudo de caso.
2. Cobrir o frasco de controlo com folha de alumínio.
3. Adicionar bicarbonato de sódio e vinagre ao frasco que servirá de estudo de caso. Cobrir imediatamente o frasco com folha de alumínio para permitir a acumulação de dióxido de carbono no interior do frasco. Este será o caso de estudo enriquecido com dióxido de carbono em relação ao caso de controlo.
4. Expor os dois frascos ao sol ou a uma fonte de luz intensa.
5. Injetar cuidadosamente o termómetro através da folha de alumínio, certificando-se de que se perde o mínimo possível de gás.
6. Comparar a temperatura após um certo tempo de exposição à luz dos dois frascos.

Questões

1. Que conclusão se pode tirar relativamente ao papel do dióxido de carbono?
2. Como se produz o efeito de estufa e o efeito de estufa é positivo ou negativo para a vida no planeta?

Orientações e respostas (guia didático para professores)

1. Que conclusão se pode tirar relativamente ao papel do dióxido de carbono?

Depois de expor os dois frascos à luz solar, observámos que o frasco enriquecido em dióxido de carbono tem uma temperatura mais elevada, o que comprova o papel deste gás como gás de estufa.

2. Como se produz o efeito de estufa e o efeito de estufa é positivo ou negativo para a vida no planeta?

A radiação solar atinge a Terra sob a forma de luz visível e de luz ultravioleta e é absorvida pela superfície terrestre, que aquece em consequência. Isto resulta na emissão terrestre de luz infravermelha, caracterizada por um comprimento de onda mais longo. Os gases com efeito de estufa, como o vapor de água, o dióxido de carbono ou o metano, atuam como armadilhas contra esta radiação infravermelha, que é absorvida e irradiada em todas as direções, pelo que uma parte é devolvida à superfície da Terra.

O efeito de estufa é essencial para a vida no nosso planeta, permitindo uma temperatura média global de 14,5°C. No entanto, o problema reside no aumento da concentração destes gases devido à queima de combustíveis fósseis desde a Revolução Industrial, que resultou num aumento global de 1°C. Em 2022, de acordo com medições do Observatório Mauna Loa, no Havai, a concentração de dióxido de carbono ultrapassou um recorde de 418,81 ppm.

1.2. O ALBEDO DO É IMPORTANTE?



Imagem 6: O gelo, graças à sua capacidade de refletir a luz, é um fator importante na regulação do clima devido ao efeito albedo.

Introdução

O **albedo** é definido como a percentagem de radiação que é refletida por uma determinada superfície em relação à radiação total incidente. Neste exercício prático, vamos comparar o albedo de dois casos diferentes e a forma como afeta o aumento da temperatura: um vidro de cor escura e um vidro de cor branca. O primeiro pode representar o oceano e o segundo pode representar o gelo do Ártico e da Antártida.

[07 INFOGRAFIA DO EFEITO DE ALBEDO DEVIDO AO GELO POLAR].

Conteúdo

- ☞ Albedo
- ☞ Circuitos de feedback positivo
- ☞ Adaptação às alterações climáticas

Objetivos

1. Compreender o efeito do albedo.
2. Comparar o albedo de diferentes superfícies e extrapolá-lo para a realidade.
3. Propor medidas de adaptação climática tendo em conta o efeito de albedo.

Material necessário

- ☐ Fita adesiva escura (azul ou preta)
- ☐ Fita branca
- ☐ Dois copos
- ☐ Água
- ☐ Dois termómetros



Figura 8: Efeito de estufa.

Protocolo

1. Envolve um dos copos com fita branca no exterior e o outro com a fita escura.
2. Encha os copos com água e coloque um termómetro dentro de cada um.
3. Deixe os óculos ao sol e compare a temperatura de cada um após o mesmo tempo de exposição à luz solar.
4. Colocar 3 cubos de gelo em 3 pedaços de cartão de igual superfície, um branco, um vermelho e um preto, e observar o que aconteceu ao fim de 10 minutos.

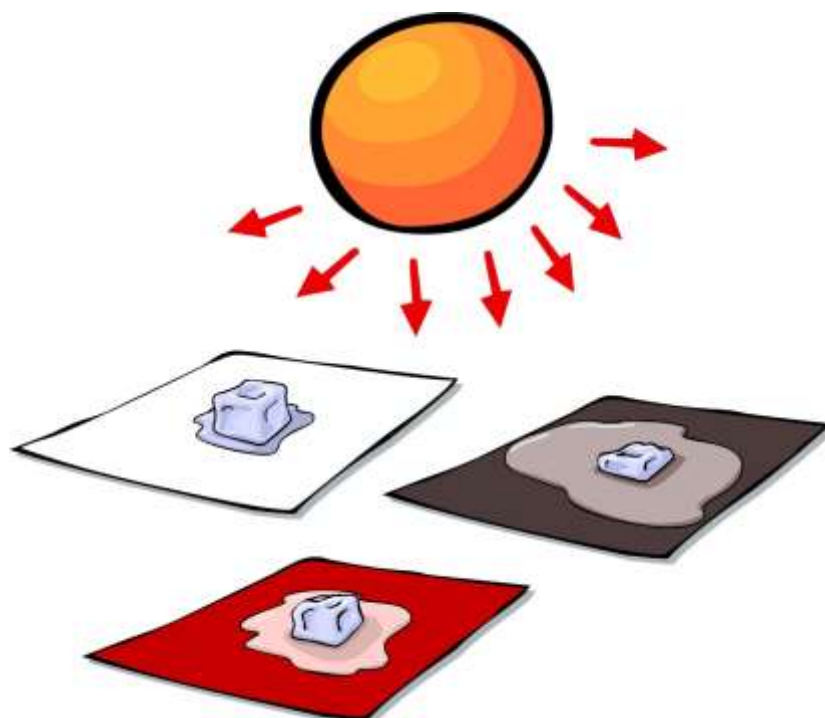


Imagem 9: Gelo sobre cartão branco, preto e vermelho.

Questões

1. Como é que os resultados se relacionam com o efeito de albedo?
2. A alteração observada no gelo do cartão está relacionada com a experiência dos copos rodeados de fita adesiva?
3. Como é que esta prática é extrapolada para a realidade e quais são as implicações das alterações climáticas?
4. Consegue prever algum ciclo de feedback resultante da redução do efeito albedo?
5. Agora que sabes o que é o efeito albedo, que implicações achas que deve ter na conceção dos nossos edifícios?

Orientações e respostas (guia didático para professores)

1. Como é que os resultados se relacionam com o efeito de albedo?

Após um certo tempo, a água no vidro escuro tem uma temperatura mais elevada do que a água no vidro branco. Isto acontece porque a fita branca tem um albedo mais elevado, pelo que a maior parte da radiação é reflectida e não retida, ao contrário do que acontece no vidro escuro.

na banda escura, onde a radiação é retida e a temperatura do recipiente e, por conseguinte, da água que contém, aumenta.

2. A alteração observada no gelo das tulinas está relacionada com a experiência dos copos rodeados de fita adesiva?

Sim, porque a cartolina branca reflete toda a radiação, enquanto a cartolina preta a absorve toda, transformando-a em calor, o que justifica o facto de o gelo da cartolina branca ser o menos derretido e o da cartolina preta o mais derretido.

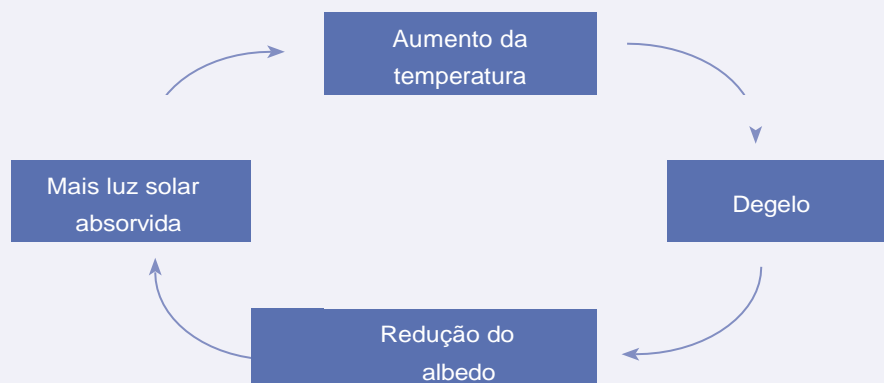
3. Como é que esta prática é extrapolada para a realidade e quais são as implicações das alterações climáticas?

Na realidade, esta prática realça a importância das superfícies de gelo do nosso planeta, que refletem entre 60 e 70% da radiação incidente, impedindo um aumento da temperatura global do planeta que o tornaria incompatível com a vida tal como a conhecemos hoje. É por isso que as vastas extensões de gelo do Ártico e da Antártida são fundamentais na regulação do clima da Terra.

As alterações climáticas têm fortes implicações neste domínio, uma vez que o derretimento do gelo devido ao aumento da temperatura global conduz a uma forte redução do albedo, pelo que mais radiação é absorvida, contribuindo para o aumento da temperatura global.

4. Consegue prever algum ciclo de feedback resultante da redução do efeito albedo?

Deste processo podem derivar diferentes circuitos de feedback, com diferentes graus de complexidade. O ciclo mais simples que poderia ser considerado seria o seguinte:



5. Agora que sabes o que é o efeito albedo, que implicações achas que deve ter na conceção dos nossos edifícios?

Uma das implicações pode estar relacionada com a cor das fachadas dos nossos edifícios, pelo que, nas zonas com elevada radiação solar incidente, é aconselhável que sejam brancas para reflectirem mais luz solar e serem mais eficientes durante os meses de verão.

1.3. O OCEANO ESTÁ A AQUECER?



Imagem 10: Branqueamento de corais devido ao aumento da temperatura dos oceanos.

Introdução

O oceano ocupa mais de 70% da superfície do planeta. Está em contacto com a atmosfera e, desde a Revolução Industrial, de acordo com o último relatório do IPCC sobre os Oceanos e a Criosfera, estima-se que tenha armazenado mais de 93% do calor resultante das alterações climáticas antropogénicas. Este facto proporcionou um valioso amortecedor térmico para a vida terrestre, mas tem, no entanto, consequências importantes para a vida marinha, como veremos a seguir, muitas das quais são discutidas em mais pormenor em "Climantopia: o manual escolar" e no filme "Climantopia Cinema".

Conteúdo

- ☞ Calor específico
- ☞ Amortecimento térmico
- ☞ Aquecimento dos oceanos

Objectivos

1. Destacar o papel do oceano como tampão térmico global.
2. Para demonstrar o elevado calor específico da água.
3. Compreender alguns dos impactos do aumento da temperatura dos oceanos.

Material necessário

- ☐ Vários balões
- ☐ Água

11 FOTOS DE BALÕES ANTES E DEPOIS] [11 FOTOS DE

Protocolo

1. Encher um dos balões e encher outro com água.
2. Aproximar cuidadosamente a chama do isqueiro primeiro do balão de ar e depois do balão de água.
3. Comparar a resposta de cada um.

Questões

1. O que é que acontece a cada um dos balões?
2. O *calor específico* é definido como o calor que deve ser aportado a uma unidade de massa de uma determinada substância para aumentar a sua temperatura numa unidade. Tendo em conta esta definição e os resultados da experiência com o balão cheio de ar e o balão cheio de água, qual dos dois fluidos tem um calor específico mais elevado?
3. A água tem uma capacidade calorífica particularmente elevada ($4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$) e o solo circundante tem normalmente uma capacidade calorífica muito inferior, que é geralmente mais baixa ($1 \text{ J/g}^\circ\text{C}$). Tendo em conta os dados, o que é mais fácil de aquecer, o solo ou a água do mar? Qual arrefece mais rapidamente?
4. Uma vez que o ar mais quente sobe porque a sua densidade diminui, permitindo que o ar mais frio e mais denso se desloque para o fundo, como é que num dia quente de verão podemos sentir o ar fresco do oceano no nosso corpo e à noite, na praia, sentimos o vento frio do terreno continental?
5. Os furacões têm origem no oceano quando o ar quente e húmido sobe, provocando uma queda brusca de temperatura. Porque é que estes fenómenos causam danos significativos nas zonas costeiras próximas do equador? Em que medida é que as alterações climáticas podem afetar este tipo de fenómenos?

6. Dado que os oceanos absorveram mais de 93% do calor resultante das alterações climáticas, quais são, na sua opinião, as implicações para o calor específico da água? O que é que o aumento da temperatura dos oceanos produz efetivamente?
7. Investigação sobre os impactos ecológicos do aumento da temperatura dos oceanos.

Orientações e respostas (guia didático para professores)

1. O que é que acontece a cada um dos balões?

O balão cheio de ar explode, enquanto o balão cheio de água resiste ao aumento da temperatura.

2. O calor específico é definido como o calor que deve ser adicionado a uma unidade de massa de uma determinada substância para aumentar a sua temperatura numa unidade. Tendo em conta esta definição e os resultados da experiência com o balão cheio de ar e o balão cheio de água, qual dos dois fluidos tem um calor específico mais elevado?

Logicamente, a água tem um calor específico muito mais elevado: observamos como a sua temperatura aumenta muito mais lentamente e, conseqüentemente, o balão não explode. Por outro lado, o balão cheio de ar sofre um rápido aumento de temperatura que o faz rebentar. Especificamente, a água tem um calor específico de $1 \text{ cal/g/}^\circ\text{C}$, enquanto o ar tem um calor específico de $0,24 \text{ cal/g/}^\circ\text{C}$.

3. A água tem uma capacidade calorífica particularmente elevada ($4,18 \text{ J/g/}^\circ\text{C}$) e o solo circundante tem normalmente uma capacidade calorífica muito inferior, que é geralmente inferior a $1 \text{ J/g/}^\circ\text{C}$. Tendo em conta os dados, o que é mais fácil de aquecer, o solo ou a água do mar? Qual arrefece mais rapidamente?

A maior capacidade torna mais difícil o aquecimento, que ocorre mais lentamente no mar do que no continente, mas também torna mais difícil o arrefecimento, retendo mais e melhor o calor. Os terrenos continentais costeiros são, portanto, mais fáceis de aquecer e arrefecem mais rapidamente do que a água do mar.

4. Dado que o ar mais quente sobe porque a sua densidade diminui, facilitando a deslocação do ar mais frio e mais denso para o fundo, como é que num dia quente de verão podemos sentir o ar fresco do oceano no nosso corpo e à noite, na

praia, sentimos o vento frio do terreno continental?

Uma vez que o ar continental aquece mais rapidamente do que o ar sobre o oceano, durante as horas quentes do dia numa região costeira, o ar mais quente do continente costeiro sobe e o ar sobre a água do oceano, que aquece mais lentamente e é, portanto, mais frio, move-se sobre a superfície, do oceano para o continente, resultando numa corrente de vento frio conhecida como a *brisa diurna*. À noite, o ar do oceano arrefece mais lentamente porque o oceano retém mais calor do que o continente, pelo que a corrente de ar frio à superfície se desloca do continente para o oceano, dando origem à *brisa noturna*.

5. Os furacões têm origem no oceano quando o ar quente e húmido sobe e produz uma forte queda de pressão. Porque é que estes fenómenos causam danos significativos nas zonas costeiras perto do equador no verão e em que medida é que as alterações climáticas podem afetar estes fenómenos meteorológicos extremos?

Nas zonas próximas do equador, as pessoas estão preparadas para os furacões no verão, porque o forte aquecimento do oceano nestas latitudes durante o verão aumenta significativamente o risco de furacões. Com o aumento da temperatura global e o conseqüente aquecimento do oceano, prevê-se que estes fenómenos extremos se intensifiquem. Por conseguinte, é importante que as instalações turísticas e os próprios turistas estejam preparados para estes fenómenos extremos. É igualmente essencial que as administrações e os agentes envolvidos criem apólices de seguro para fazer face ao eventual risco de aumento destes fenómenos extremos.

6. Dado que os oceanos absorveram mais de 93% do calor resultante das alterações climáticas, quais são, na sua opinião, as implicações para o calor específico da água? O que é que o aumento da temperatura dos oceanos produz efetivamente?

O elevado calor específico da água, juntamente com o grande volume de água dos oceanos, significa que, embora a quantidade de calor absorvida pelos oceanos em resultado das alterações climáticas antropogénicas seja muito elevada, o aumento da temperatura é muito menor. A este respeito, desde 1971, o oceano aqueceu 0,015°C por década nos 700 m da coluna de água superficial. Este aumento de temperatura deve-se ao facto de que, uma vez que o oceano está em contacto com a atmosfera, absorve a maior parte do calor acumulado na atmosfera como consequência da emissão de gases com efeito de estufa, como mostrámos na primeira aula prática deste manual.

7. Investigar os impactos do aumento da temperatura dos oceanos. Os impactes do aumento da temperatura dos oceanos são muitos e variados. Alguns dos mais relevantes são a estratificação oceânica, o branqueamento de corais, o aparecimento de espécies invasoras provenientes de zonas mais quentes ou a subida do nível do mar devido à expansão térmica e, com ela, o conseqüente aumento da erosão costeira.

1.4. PORQUE É QUE OS FURACÕES SE FORMAM EM REGIÕES OCEÂNICAS PRÓXIMAS DO EQUADOR E, NORMALMENTE, NA ESTAÇÃO QUENTE?



Imagem 12: Furacão.

Introdução

Ao longo do século XXI, continua a crescer a preocupação de que o aquecimento dos oceanos possa estar a afetar a frequência e a intensidade dos furacões. Isto porque, em geral, os furacões formam-se quando a água do mar está suficientemente quente para gerar uma diminuição da pressão e fornecer a energia necessária para a formação e manutenção de um fenómeno ciclónico extremo.

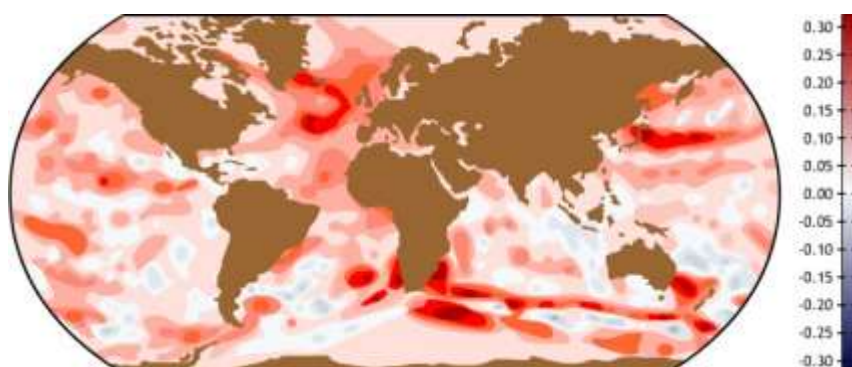


Figura 13: Mapa-mundo com o aquecimento dos oceanos.

À medida que o oceano aquece, a temperatura da superfície da água aumenta, fornecendo mais energia para alimentar a formação de tempestades tropicais que podem atingir a magnitude de furacões. Além disso, o aquecimento dos oceanos pode aumentar a quantidade

de vapor de água no ar, o que pode proporcionar mais humidade para a formação de tempestades. Ambos os fatores podem aumentar a frequência dos furacões e a sua intensidade.

Além disso, o aquecimento dos oceanos pode aumentar a profundidade da camada de água quente, o que pode permitir que os furacões se mantenham mais fortes e durem mais tempo antes de enfraquecerem. Esta situação pode aumentar a intensidade dos furacões, tornando-os mais suscetíveis de causar danos significativos nas zonas costeiras.

O furacão é formado pelo agrupamento de tempestades tropicais próximas umas das outras, com um diâmetro de até 500 km, que, devido à queda brusca de pressão, geram rápidos giros de ventos quentes e húmidos ascendentes. A parte central, com cerca de 40 km de largura, permanece calma.

[14 INFOGRAFIA QUE O EXPRIME] [14 INFOGRAFIA QUE O EXPRIME] [14 INFOGRAFIA QUE O EXPRIME] [14 INFOGRAFIA QUE O EXPRIME]

A temperatura da água do mar numa zona onde se origina um furacão é normalmente de pelo menos 27°C, atingida pela forte insolação em latitudes próximas do equador, que gera uma intensa evaporação capaz de produzir uma forte convecção que gera giros ascendentes, seguindo a aceleração de Coriolis e a formação de grandes nuvens de tempestade de enorme desenvolvimento vertical. À medida que se afasta do equador, a aceleração de Coriolis aumenta e isso provoca um aumento da aceleração angular no giro em espiral anti-horário no hemisfério norte. Quando os furacões chegam a terra, perdem o seu fornecimento de humidade e transformam-se em tempestades tropicais.

O aquecimento dos oceanos pode ter um impacto significativo na frequência e intensidade dos furacões e é um fator importante a ter em conta quando se considera a evolução futura das alterações climáticas e os seus efeitos nas comunidades costeiras vulneráveis.



Imagem 15: Furacão na Flórida.

Conteúdo

- ☞ Aquecimento da superfície do oceano e evaporação
- ☞ Diminuição da pressão devido ao aquecimento e à humidade e formação de nuvens convectivas
- ☞ Giro crescente à medida que se afasta do equador
- ☞ Transformação de furacões em tempestades tropicais ao atingir a costa
- ☞ Nomes diferentes para a mesma realidade: tufões, furacões e ciclones

Objectivos

1. Compreender a formação de furacões e a sua relação com o aquecimento dos oceanos.
2. Interpretar a energia gerada na formação e progressão dos furacões.
3. Refletir sobre os riscos potenciais de aumento da intensidade e frequência dos furacões com o aumento das alterações climáticas.

Material necessário

- ☞ Duas garrafas transparentes idênticas
- ☞ Água colorida
- ☞ Fita adesiva resistente à prova de água
- ☞ Pequenos fragmentos de cortiça



Figura 16: Simulação de um furacão.

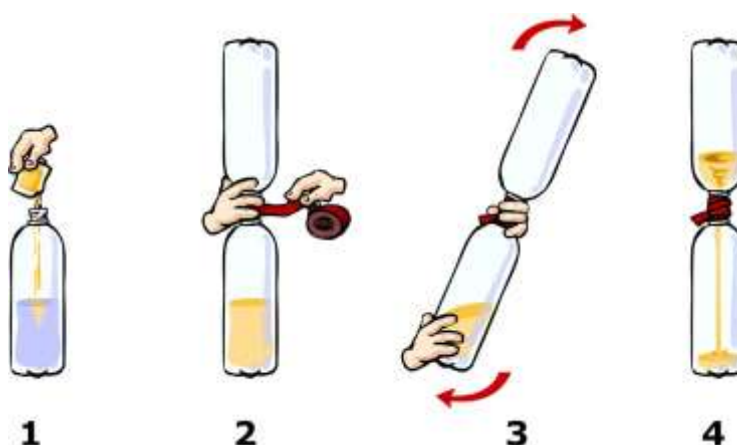


Figura 17: Simulação de um furacão.

Protocolo

1. Enche-se uma das garrafas iguais até meio, depois adiciona-se o corante e os fragmentos de cortiça.
2. As duas garrafas são coladas com fita adesiva de modo a ficarem ligadas.
3. As duas garrafas são rapidamente rodadas em conjunto, permanecendo o líquido na garrafa inferior.
4. Vira-se de cabeça para baixo para que o líquido permaneça no topo e se observe o turbilhão da água que desce.

Questões

1. Para que lado é que a água gira?
2. De onde vem a energia que o faz girar?
3. Em que é que este giro é semelhante e diferente do giro que acompanha o vento forte de um furacão?
4. O sentido de rotação seria o mesmo se estivéssemos no outro hemisfério?
5. Pode um furacão afetar a Galiza? Em caso afirmativo, de onde viria?
6. Em que medida as alterações climáticas podem favorecer um aumento da formação de furacões em geral e da chegada de furacões em particular?

Orientações e respostas (guia do professor)

1. Para que lado é que a água gira?

Se estivermos no hemisfério norte, há uma rotação em espiral no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio, tal como acontece com os furacões.

2. De onde vem a energia que o faz girar?

Provém da aceleração angular gerada na rotação e da energia gravitacional que impulsiona a descida da água colorida ao girar as garrafas. A aceleração de Coriolis está envolvida na orientação da rotação, uma vez que se encontra numa latitude intermédia entre o equador e o polo norte.

3. Em que é que este giro é semelhante e diferente do giro que acompanha o vento forte de um furacão?

É semelhante na rotação do líquido e difere na medida em que move a água, e fá-lo devido à aceleração da gravidade no sentido descendente, e não no sentido ascendente que transporta o ar do furacão devido ao gradiente de pressão.

4. O sentido de rotação seria o mesmo se estivéssemos no outro hemisfério?

No outro hemisfério, o sentido de rotação seria o oposto porque esta rotação é devida à aceleração de Coriolis.

5. Pode um furacão afetar a Galiza? Em caso afirmativo, de onde viria?

Estima-se que as alterações climáticas podem aumentar a probabilidade de ocorrência de furacões na Galiza, uma vez que se prevê que cada vez mais furacões atinjam a região num futuro próximo.

A superfície do oceano é mais quente e aí se armazena mais energia. Se um furacão chegar à Galiza, o mais provável é que tenha origem na zona intertropical e o aumento da aceleração de Coriolis à medida que a latitude aumenta facilitará o seu avanço em direção à costa galega.

- 6) Em que medida as alterações climáticas podem favorecer o aumento da formação de furacões em geral e a chegada de furacões em particular?

Tal como referido na resposta anterior, as alterações climáticas conduzem a um aumento contínuo do teor de calor das águas superficiais, levando à estratificação, especialmente na zona equatorial, a região com maior risco de furacões.

Neste sentido, o aquecimento da superfície oceânica é preocupante em termos de génese de furacões, com a agravante de as zonas intertropicais afectadas estarem normalmente muito expostas ao turismo, para além de as suas actividades se desenvolverem muitas vezes em instalações vulneráveis a estes eventos extremos e a população turística não estar normalmente adaptada para dar respostas adequadas.

1.5. PORQUE É QUE O NÍVEL DO MAR ESTÁ A SUBIR ?



Figura 18: Impacto da subida do nível do mar na linha costeira.

Introdução

A subida do nível do mar é um dos impactos mais óbvios das alterações climáticas, uma vez que o oceano funciona como um grande termómetro do planeta. A magnitude do problema é tão grande que a subida do nível do mar continuará a verificar-se durante séculos, mesmo que parássemos hoje subitamente com as emissões de gases com efeito de estufa. Desde 1850, o nível do mar subiu cerca de 20-24 cm a nível global e continua a subir a um ritmo cada vez maior, embora esta subida não esteja a ocorrer uniformemente nas zonas costeiras do mundo.

Neste workshop, vamos mostrar quais são os responsáveis pela subida do nível do mar e quais, apesar de estarem profundamente enraizados no imaginário coletivo, não o são.

Conteúdo

- ☞ Subida do nível do mar
- ☞ Expansão térmica
- ☞ Gelo continental ☞
Gelo flutuante

Material necessário

- ☞ Gelo
- ☞ Dois contentores
- ☞ Água
- ☞ Rochas
- ☞ Secador (opcional)
- ☞ Um copo
- ☞ Fonte de calor



Figura 19: Modelo do Ártico e do Antártico.

Protocolo

Primeira parte da prática:

1. Desenhar com um recipiente o modelo do Ártico (onde encontramos gelo flutuante) e com outro o modelo da Antártida (onde encontramos gelo no continente).
 - a. Para o modelo Ártico, colocamos 3 cubos de gelo e adicionamos água sem encher completamente o recipiente.
 - b. Para o modelo antártico, colocaremos pedras numa metade do recipiente (que simulará o continente) e adicionaremos água até igualar o nível do recipiente do modelo ártico. Por fim, colocamos 3 cubos de gelo no topo do continente.
2. Exponha os dois modelos ao sol para os deixar derreter; o processo pode ser acelerado com a ajuda de um secador de cabelo.

3. Compare o nível da água após a fusão do gelo em ambos os modelos.

Segunda parte da parte prática:

1. Mede-se um volume de água numa proveta e coloca-se o volume num aquecedor de água sem deixar ferver para que não haja perda significativa de matéria por evaporação.
2. Uma vez quente, volta a ser colocado na proveta e mede-se o novo nível, anotando a nova medição.
3. Comparar as duas medições de volume e registar possíveis alterações.

Questões

1. O que acontece em cada um dos modelos com a subida do nível do mar? Se existem diferenças, a que é que se devem?
2. Se algum dos modelos não influenciar a subida do nível do mar, será que a sua fusão tem algum impacto global?
3. O que é que observa na segunda parte da prática e como é que isso se relaciona com a prática anterior?
4. Tendo em conta os dois lados da prática, quais são os factores responsáveis pela subida do nível do mar?
5. Investigação sobre os potenciais impactos da subida global do nível do mar.

Orientações e respostas (guia didático para professores)

1. O que acontece em cada um dos modelos com a subida do nível do mar? Se existem diferenças, a que é que se devem?

No modelo do Ártico, por se tratar de gelo flutuante que já está a ocupar um determinado volume na água, não há subida do nível do mar. Em contrapartida, no modelo antártico (análogo ao modelo da Gronelândia), verifica-se uma subida do nível do mar. Isto deve-se ao facto de se tratar de gelo continental que, à medida que derrete, ocupa um volume extra dentro do nível do mar que anteriormente se encontrava em cima do continente.

2. Se algum dos modelos não influenciar a subida do nível do mar, será que a sua fusão tem algum impacto global?

A fusão do gelo flutuante (modelo do Ártico) não contribui diretamente para a subida do nível do mar, mas indiretamente, por exemplo, através da redução do efeito de albedo, contribuindo para um aumento da temperatura global e, conseqüentemente, para a expansão térmica da água.

3. O que é que observa na segunda parte da prática e como é que isso se relaciona com a prática anterior?

Na segunda parte do seminário, é destacado o segundo fator responsável pela subida do nível do mar: a expansão térmica, frequentemente esquecida tanto no imaginário coletivo como em muitos manuais escolares.

À medida que o seu teor de calor aumenta, a água aumenta de volume, contribuindo para a subida do nível do mar. Este facto está relacionado com a prática anterior, que demonstrou que o oceano acumula mais de 93% do calor resultante das alterações climáticas antropogénicas.

De facto, o último relatório do IPCC estima que a contribuição da expansão térmica para a subida do nível do mar é de 1,15 mm/ano, em comparação com a da Antárctida, que é estimada em 0,19 mm/ano. Estes aspectos são abordados com mais pormenor no capítulo 2 de "Climantopia: The School Textbook".

4. Considerando os dois lados da prática, quais são os factores responsáveis pela subida do nível do mar?

Podemos resumir que há dois factores que contribuem para a subida do nível do mar: a fusão do gelo continental e a expansão térmica da água.

5. Investigação sobre os potenciais impactos da subida global do nível do mar.

Os impactos da subida do nível do mar são múltiplos. Estes incluem o aumento da erosão costeira, a perda de terras costeiras, a intensificação da migração de refugiados do clima, o aumento das inundações fluviais e a intrusão de água salgada nos aquíferos costeiros de água doce.

Dificuldades de aprendizagem comuns

Uma das principais ideias alternativas sobre a subida do nível do mar consiste em equiparar o degelo do modelo ártico ao do modelo antártico. Além disso, uma vez que os alunos estejam conscientes da diferença entre os dois, é essencial sublinhar que o degelo dos gelos flutuantes também tem graves consequências a nível planetário, relacionando-o com a perda de biodiversidade e a redução do efeito albedo.

Outra dificuldade de aprendizagem comum é definir a expansão térmica como outro fator da subida do nível do mar, muitas vezes referido como o "fator oculto" na subida do nível do mar. Para este efeito, a simulação da expansão térmica num copo é um recurso interessante para começar a fixar esta ideia nos modelos mentais dos

alunos sobre a subida do nível do mar.

1.6. PORQUE É QUE ESTAMOS TÃO PREOCUPADOS COM O AQUECIMENTO DOS OCEANOS?

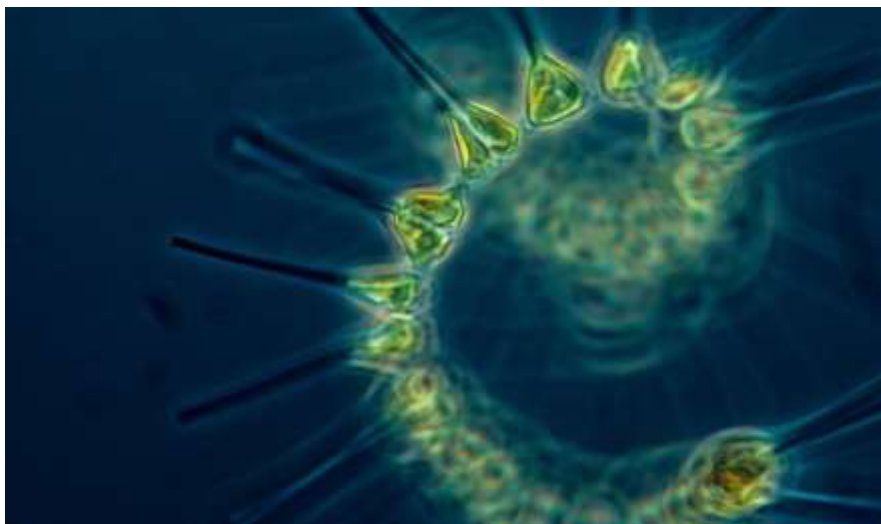


Imagem 20: Plâncton.

Introdução

A produção primária oceânica reside principalmente no fitoplâncton: algas fotossintéticas que se encontram na parte superficial da coluna de água, onde têm acesso à luz solar necessária para efetuar a fotossíntese. Trata-se de uma componente fundamental da cadeia alimentar marinha, pelo que os pequenos impactos que lhe são causados têm uma grande amplificação em toda a cadeia alimentar.

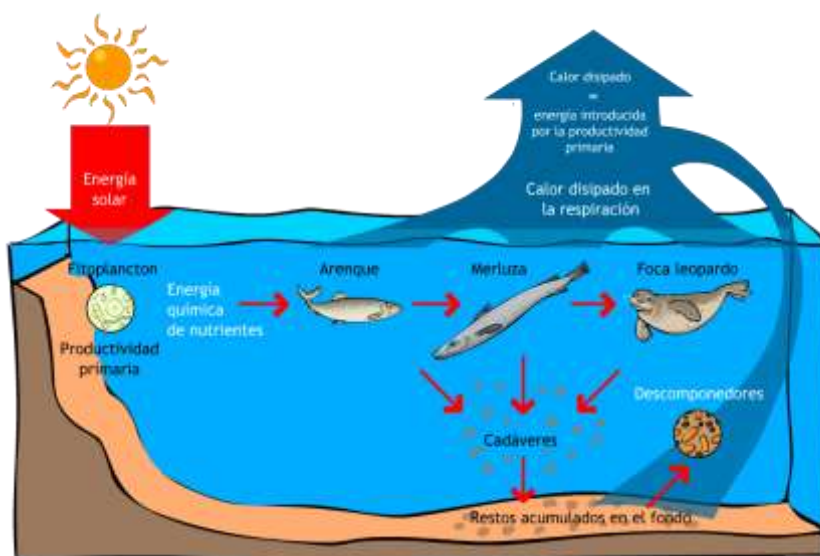


Figura 21: Fluxo de energia num ecossistema marinho.

Na presente prática, estudaremos o efeito de um fenómeno descrito nos últimos anos, conhecido como **estratificação oceânica**, que afeta diretamente o fitoplâncton e tem, portanto, consequências globais. Esta estratificação impede o afloramento de sais minerais do fundo do oceano, que é a principal forma de fertilização do fitoplâncton.

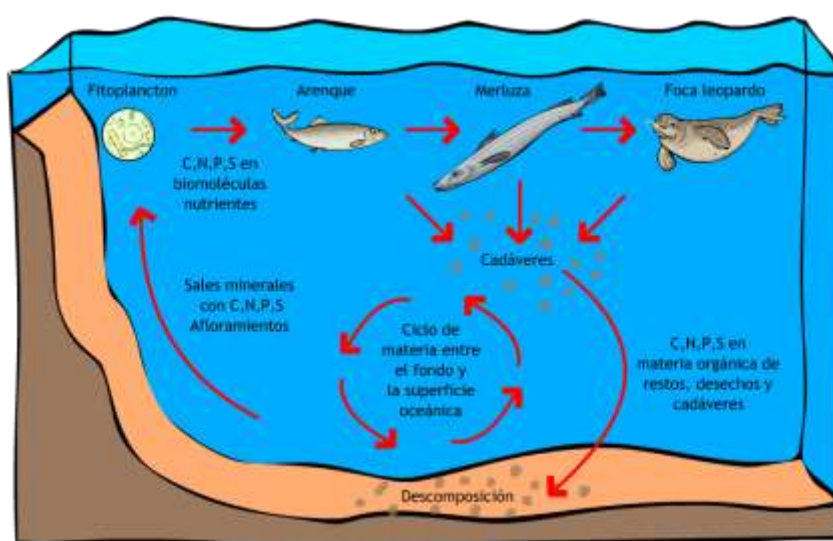
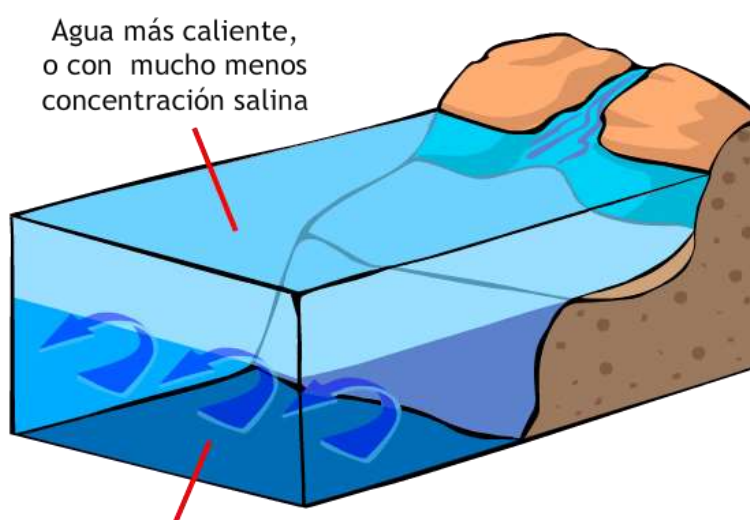


Figura 22: Ciclo da matéria num ecossistema marinho.

A estratificação dos oceanos deve-se principalmente a dois fatores principais. Em primeiro lugar, o **aquecimento dos oceanos**, que, desde a Revolução Industrial, armazenou mais de 93% do calor resultante das alterações climáticas. Em segundo lugar, o **degelo dos polos em consequência** do aumento global da temperatura. Em ambos os casos, o que acontece é a formação de uma camada de água superficial, menos densa do que a água mais profunda. No primeiro caso, esta camada superficial deve-se ao aquecimento da água superficial, que reduz a densidade da água superficial. No segundo caso, deve-se ao facto de a água doce proveniente da fusão dos gelos ter uma densidade inferior à da água salgada do mar. Esta camada superficial de menor densidade torna mais difícil a mistura com as águas mais profundas.



Imagem 23: Descongelamento.



Agua más caliente,
o con mucho menos
concentración salina

Agua profunda de una densidad
mayor que le impide mezclarse
con la superficial menos densa

Imagem 24: Laminação oceânica.

Esta incapacidade constitui uma barreira para que os sais minerais do fundo do oceano cheguem ao plâncton de superfície, uma vez que são "ablacionados" pela decomposição dos cadáveres e pela alteração das rochas do fundo do mar. Esta laminação das águas oceânicas superficiais explica o declínio da produtividade dos oceanos a latitudes médias, uma vez que todo o ecossistema depende da produção de fitoplâncton, que é reduzida pela limitação de nutrientes. Um processo diferente ocorre nas latitudes polares, onde se espera um ligeiro aumento da produtividade devido à estratificação oceânica, uma vez que o fator limitante é o acesso à luz, pois o fitoplâncton está sujeito a correntes turbulentas que o transportam em profundidade.

Conteúdo

- ☞ Produção primária oceânica e fitoplâncton
- ☞ Aquecimento e descongelamento da superfície
- ☞ Estratificação oceânica e impactos no fitoplâncton
- ☞ Densidade da água
- ☞ Segurança alimentar

Objectivos

1. Simular o afloramento de nutrientes inorgânicos do fundo do oceano para as camadas superficiais onde se encontra o fitoplâncton.
2. Simular o efeito de uma alteração de densidade na camada superficial nesta subida.
3. Compreender as consequências ecológicas e sociais da estratificação oceânica.
4. Adquirir os conhecimentos, as competências e as metodologias necessárias para divulgar este impacto junto do público.

Material necessário

- ☞ 2 copos
- ☞ Pequenos recortes de cartão (1-2 cm)
- ☞ Água
- ☞ Óleo
- ☞ Placa quente
- ☞ Tinta acrílica azul e amarela
- ☞ Contentor retangular com estrutura divisória

Protocolo

Primeira parte da prática:

1. Encher um copo com água fria e outro com água quente.
2. Dissolva a tinta azul no copo que contém água fria e a tinta amarela no copo que contém água quente.
3. Adicionar água quente a um compartimento do reservatório e água fria ao outro.
4. Verificar o que acontece quando a parede divisória é removida.

[25 FOTOGRAFIA DE ÁGUA NÃO MISTURADA COM CORES DIFERENTE]

Segunda parte da parte prática:

1. Num copo, junta à água os recortes de cartão. Estes simularão os nutrientes inorgânicos do fundo do oceano (azoto, fósforo, etc.).
2. Empurrá-las até ficarem depositadas no fundo.
3. Coloque o copo na placa de aquecimento e observe o que acontece aos nossos nutrientes inorgânicos.
4. Adicione uma camada de óleo e veja o que acontece aos nossos nutrientes inorgânicos.

[26 FOTOGRAFIAS E INFOGRAFIAS] [26 FOTOGRAFIAS E INFOGRAFIAS] [26 FOTOGRAFIAS E INFOGRAFIAS] [26 FOTOGRAFIAS E INFOGRAFIAS]

Questões

Primeira parte da prática:

1. O que se observa quando se retira o reservatório do separador e porque é que isso acontece?
2. Como pensa que este fenómeno pode estar relacionado com as alterações climáticas na realidade?

Segunda parte da parte prática:

1. Como é que esta segunda parte da prática se relaciona com a anterior e com a realidade?
2. O que é que o movimento das cartas representa na realidade?
3. O que acontece quando se adiciona uma camada de petróleo e como é que isso afecta a produção primária oceânica?
4. Nas latitudes polares, o fitoplâncton está sujeito a grandes correntes oceânicas que o transportam para zonas mais profundas. Como pensa que a estratificação oceânica irá afetar as zonas polares?
5. Como é que a estratificação oceânica pode afetar a concentração de oxigénio no oceano?
6. As alterações na produtividade dos oceanos afectarão igualmente todos os países do mundo? Pesquise na Internet os impactos na segurança alimentar.

Orientações e respostas (guia didático para professores) Primeira

parte da prática:

1. O que se observa quando se retira o reservatório do separador e porque é que isso acontece?

Quando o tanque divisor é retirado, a água quente (menos densa e de cor amarela) e a água azul (mais densa e de cor azul) entram em contacto, ficando a água quente no topo da coluna de água e a água fria no fundo. Este facto deve-se à diferença de densidades gerada pela diferença de temperatura, gerando uma estratificação.

2. Como pensa que este fenómeno pode estar relacionado com as alterações climáticas na realidade?

Este fenómeno de estratificação ocorre na realidade devido a duas razões principais. Nas latitudes médias, as águas superficiais estão em contacto com a atmosfera, pelo que absorvem até 93% do calor resultante das alterações climáticas, atuando como um importante tampão térmico. No entanto, este calor não é distribuído uniformemente pela coluna de água; pelo contrário, são os 700 m superiores que são aquecidos com maior intensidade. Isto faz com que as camadas superficiais do oceano se tornem menos densas, dificultando a mistura com as camadas inferiores, mais frias e mais densas. Ocorre a estratificação térmica.

Nas latitudes polares, devido à fusão dos calotes polares, a água doce entra no oceano. Esta água doce é menos densa, pelo que ocorre uma estratificação salina.

Segunda parte da parte prática:

1. Como é que esta segunda parte da prática se relaciona com a anterior e com a realidade?

O petróleo, na realidade, representaria a camada superior (menos densa) de água e a água a camada inferior (mais densa). Nas latitudes médias, o petróleo representaria, portanto, as camadas de água com maior teor de calor. Nas latitudes polares, o petróleo representaria as camadas superiores de água doce proveniente da fusão dos gelos.

2. O que é que o movimento das cartas representa na realidade?

Representam o afloramento de nutrientes inorgânicos do fundo do oceano para as camadas de água superficiais, onde se encontra o fitoplâncton, que necessita de acesso à luz para realizar a fotossíntese e estes nutrientes inorgânicos.

3. O que acontece quando se adiciona uma camada de petróleo e como é que isso afeta a produção primária oceânica?

Ao adicionarmos a camada de óleo estamos a gerar uma estratificação muito intensa que impede os nutrientes de chegarem à superfície. Isto está diretamente relacionado com o que acontece nas latitudes médias e nas latitudes tropicais. A estratificação térmica gerada diminui a afluência de nutrientes inorgânicos às camadas superficiais onde se encontra o fitoplâncton, reduzindo assim a produtividade primária oceânica.

Assim, o declínio da teia alimentar é transferido e amplificado ao longo da mesma. Este fenómeno já se observa atualmente e prevê-se que se intensifique nas próximas décadas.

4. Nas latitudes polares, o fitoplâncton está sujeito a grandes correntes oceânicas que o transportam para zonas mais profundas. Como pensa que a estratificação oceânica irá afetar as zonas polares?

Nas latitudes polares, espera-se o impacto oposto. Uma vez que o fitoplâncton está sujeito a grandes correntes turbulentas que o transportam para zonas profundas, espera-se que, devido à estratificação salina gerada, permaneça mais tempo à superfície, aumentando assim ligeiramente a produtividade primária nesta zona.

5. Como é que a estratificação oceânica pode afetar a concentração de oxigénio no oceano?

A estratificação está ligada à desoxigenação oceânica: a diminuição da mistura das camadas superficiais e profundas diminui a capacidade deste gás para aceder às zonas profundas, conduzindo a condições de hipoxia e anoxia.

6. As alterações na produtividade dos oceanos afetarão igualmente todos os países do mundo? Pesquise na Internet os impactos na segurança alimentar.

Não. Um estudo de Barange et al. (2014) mostrou que as zonas com uma maior dependência da pesca na sua dieta deverão registar uma diminuição das suas capturas potenciais de peixe. Por outro lado, noutras zonas com uma dependência muito menor da pesca na sua dieta, as capturas aumentarão ligeiramente. Por conseguinte, prevê-se que a segurança alimentar de muitos países seja posta em risco, contribuindo para um mundo mais desigual.

1.7. PORQUE É QUE O OCEANO ESTÁ A ACIDIFICAR?



Figura 27: Organismos calcários.

Introdução

A absorção de CO₂ pelos oceanos representa uma forma importante de reduzir a sua concentração atmosférica, mas esta acumulação de CO₂ tem uma consequência importante: a acidificação dos oceanos. Desde 1980, de acordo com os dados publicados no relatório do IPCC sobre os oceanos e a criosfera, estima-se que 20-30% das emissões globais de CO₂ tenham sido absorvidas pelo oceano.

A acumulação e reorganização deste CO₂ na água do mar resulta numa diminuição do pH e do nível de saturação de carbonato de cálcio. Estima-se que, desde 1980, o oceano tenha perdido 0,017 a 0,027 unidades de pH por década. O oceano tem um pH médio de 8,1. Por conseguinte, o termo acidificação não implica que o oceano esteja a tornar-se ácido, mas sim que está a tornar-se menos básico. Como veremos neste seminário, este facto tem consequências importantes, especialmente para os organismos calcários.

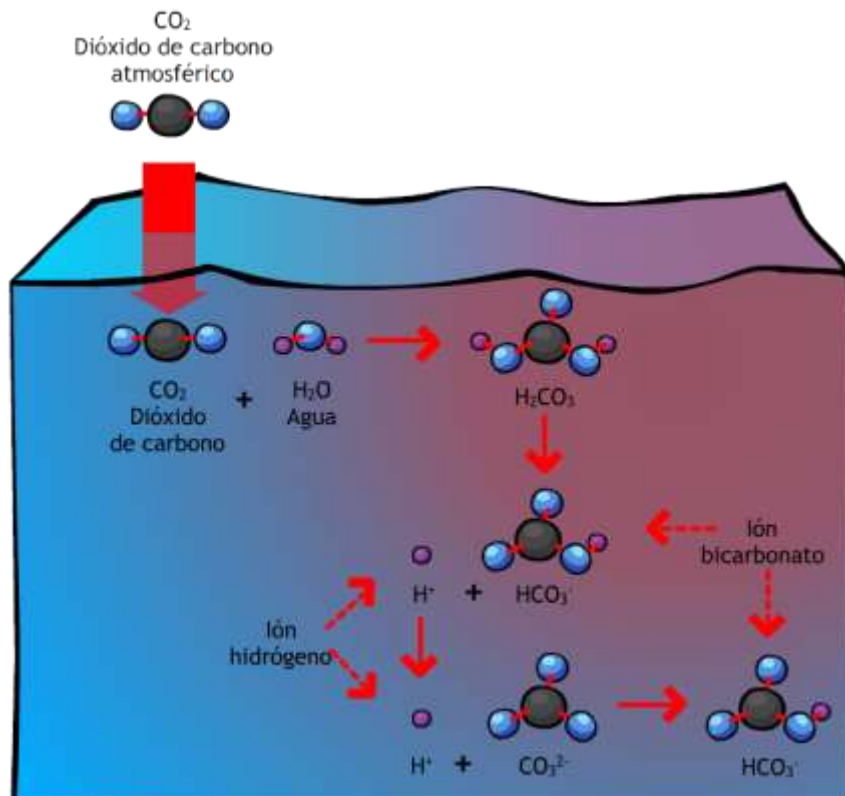


Figura 28: Reações de acidificação no oceano.

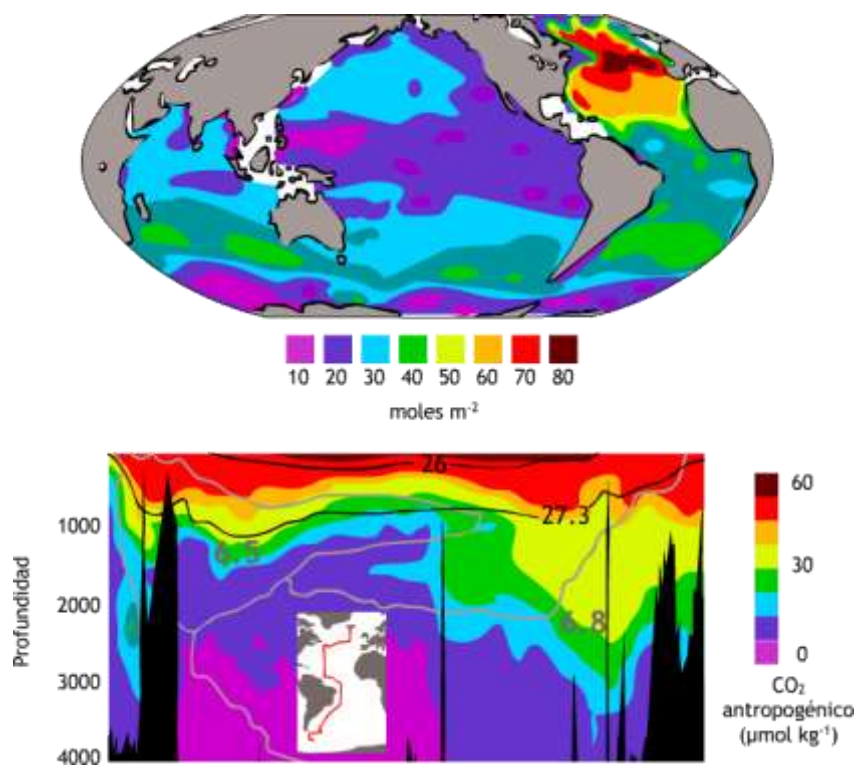


Figura 29: Concentração de CO_2 no oceano.

Conteúdo

- ☞ pH
- ☞ Acidificação dos oceanos
- ☞ Calcificação
- ☞ Equilíbrio ácido-base

Objectivos

1. Simular e compreender o processo de acidificação dos oceanos.
2. Relacionar o processo de acidificação dos oceanos com as emissões antropogénicas de dióxido de carbono.
3. Raciocine como o aquecimento dos oceanos afeta a taxa de reação de dissolução do dióxido de carbono na água do mar.
4. Compreender os impactos ecológicos da acidificação dos oceanos.

Material necessário

- ☞ Vinagre
- ☞ Bicarbonato de sódio
- ☞ Uma garrafa de plástico
- ☞ Um funil
- ☞ Um balão
- ☞ Um copo
- ☞ Líquido de medição do pH
- ☞ Água
- ☞ Um tubo de plástico ou, na falta deste, uma palhinha
- ☞ Beque
- ☞ Ácido clorídrico (ou outro ácido), bata, luvas e óculos de proteção
- ☞ Fonte de calor
- ☞ Conchas

Protocolo

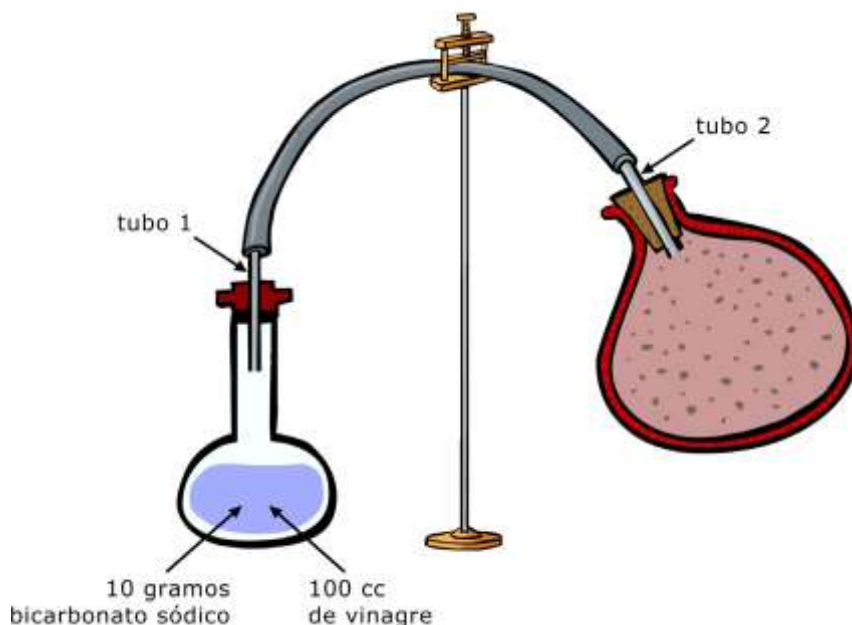


Imagem 30: Infografia da reação do vinagre e do bicarbonato.

Primeira parte da prática - obtenção de CO₂ :

1. Colocar a boca do balão no funil.
2. Adicione o bicarbonato de sódio.
3. Adicionar meio copo de vinagre ao frasco.
4. Colocar a boca do balão na boca da garrafa sem deixar cair o bicarbonato.
5. Segurando firmemente o balão à garrafa, deixe que o bicarbonato caia sobre o vinagre, de modo a que a seguinte reação química tenha lugar e o dióxido de carbono seja armazenado no balão:



Segunda parte da prática - dissolução de CO₂ :

1. Num copo com água, adicionar o líquido de medição do pH.
2. Com a ajuda de um tubo de plástico, injetar na água o CO₂ obtido anteriormente, observando o que acontece com a coloração fornecida pelo líquido de medição do pH.
3. Interpretar o resultado.

Parte 3 da parte prática - efeito do aumento da temperatura:

1. Vamos dissolver uma concha de um organismo calcário em ácido clorídrico para observar, numa situação extrema, o efeito de um meio ácido sobre eles.
2. Depois, após triturarmos outra concha, voltamos a dissolvê-la, mas desta vez aumentando progressivamente a temperatura, observando como o borbulhar aumenta e tentando tirar conclusões sobre o efeito do aumento da temperatura do oceano no processo que estamos a estudar.

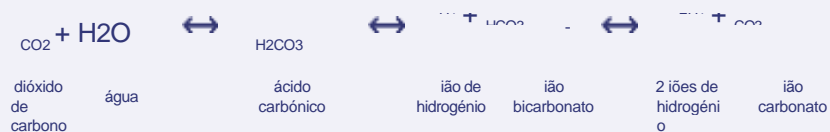
Questões

1. Que reação química ocorre na segunda parte da prática?
2. O que acontece ao pH da água e qual a sua relação com as emissões de gases com efeito de estufa?
3. Como é que o aquecimento dos oceanos afeta esta reação?
4. Quais são as consequências para os organismos marinhos?

Orientações e respostas (guia do professor)

1. Que reação química ocorre na segunda parte da prática?

Na segunda parte, ocorre a seguinte reação, onde, como podemos ver, há um aumento da concentração de $[H^+]$ e, com isso, uma diminuição do pH:



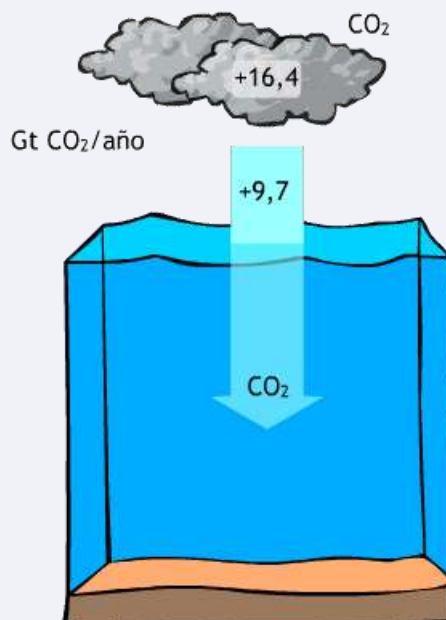


Figura 31: Acidificação da atmosfera e dos oceanos.

2. O que acontece ao pH da água e qual a sua relação com as emissões de gases com efeito de estufa?

Como mostra a mudança de cor do medidor de pH, há uma diminuição do pH da água. Isto representa o fenómeno que ocorre na realidade da acidificação dos oceanos, onde a dissolução do CO_2 antropogénico levou a uma diminuição, desde 1980, de 0,017 para 0,027 unidades de pH por década. Para avaliar a magnitude desta alteração, é importante ter em conta que se trata de unidades definidas numa escala logarítmica.

3. Como é que o aquecimento dos oceanos afeta esta reação?

Como podemos ver na terceira parte da prática, o aumento da temperatura da água aumenta a taxa de reação.

4. Quais são as consequências para os organismos marinhos?

As consequências para os organismos marinhos de uma descida do pH são muitas e variadas. Embora alguns organismos possam beneficiar deste processo, como é o caso de algumas algas, a maioria das consequências será devastadora para vários organismos:

- ☞ Impacto nos organismos marinhos: a acidificação dos oceanos pode ter efeitos negativos, especialmente nos organismos que formam estruturas calcárias, como os corais, os moluscos (como as amêijoas, os mexilhões e os caracóis marinhos) e os organismos planctónicos com conchas, como os pterópodes e

foraminíferos. A acidificação dos oceanos dificulta a formação e manutenção das suas estruturas calcárias, pondo em risco a sua sobrevivência e tornando-os mais vulneráveis a potenciais predadores.

- ☞ Efeitos nos recifes de coral: Os recifes de coral são ecossistemas altamente sensíveis à acidificação dos oceanos. A diminuição do pH da água pode dificultar a formação de esqueletos de coral, o que afeta o seu crescimento e resiliência, mas também pode intensificar os processos de branqueamento.
- ☞ Perda de biodiversidade: A acidificação dos oceanos contribuirá para a perda de biodiversidade marinha. Os organismos marinhos que são mais sensíveis à acidez da água podem sofrer declínios populacionais ou mesmo extinções locais, especialmente as espécies estagnóticas.

1.8. ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E EROÇÃO DOS SOLOS



Figura 32: Solo nu.

Introdução

O "Relatório Especial do PIAC sobre Alterações Climáticas, Desertificação, Degradação dos Solos, Gestão Sustentável dos Solos, Segurança Alimentar e Fluxos de Gases com Efeito de Estufa nos Ecossistemas Terrestres" salienta que as alterações climáticas são o principal fator de erosão dos solos, conduzindo a uma perda significativa da sua produtividade.

Esta prática tem por objetivo demonstrar o papel da vegetação na prevenção da erosão do solo e, por conseguinte, a importância de práticas responsáveis de prevenção da erosão do solo.

Conteúdo

- ☞ Erosão do solo
- ☞ Escoamento

Objectivos

1. Compreender o processo de erosão do solo.
2. Valorizar o papel da vegetação na prevenção da erosão do solo.

Material necessário

- ☐ 4 garrafas de plástico
- ☐ Terra
- ☐ Ninhada
- ☐ Água
- ☐ Cortador
- ☐ Fio

Protocolo

1. Coloque as duas garrafas de 1,5 L na extremidade da mesa e corte nelas um retângulo.
2. Encher os dois frascos com terra.
3. Corte duas garrafas ao meio. Com um arame, pendure a metade inferior da garrafa na boca da garrafa cortada no passo 1 (que deve estar ao fundo da mesa) como um caldeirão.
4. Adicione bastante folhagem ao solo de uma das garrafas.
5. Regar as duas garrafas com água que simule a água da chuva. Esperar que a água se infiltre no solo e recolher o lixiviado nas garrafas pequenas para comparar o resultado.

Questões

1. Que conclusão se pode tirar da prática relativamente à erosão e à presença ou ausência de vegetação?
2. Como é que as alterações climáticas podem afetar a erosão do solo?
3. Que outras medidas podem ser propostas para reduzir a erosão do solo?

Orientações e respostas (guia didático para professores)

1. Que conclusão se pode tirar da prática relativamente à erosão e à presença ou ausência de vegetação?

Os resultados obtidos mostram como a presença de vegetação actua como agente protetor contra a erosão hídrica.

2. Como é que as alterações climáticas podem afetar a erosão do solo?

As alterações climáticas e a erosão dos solos estão intimamente ligadas em vários aspetos:

- ☞ Aumento de fenómenos meteorológicos extremos: As alterações climáticas estão associadas a um aumento da frequência e da intensidade de fenómenos meteorológicos extremos, como chuvas fortes, que transportam sedimentos e causam erosão hídrica.
- ☞ Alterações nos padrões de precipitação: As secas prolongadas podem aumentar a vulnerabilidade do solo à erosão eólica.
- ☞ Degradação da vegetação e perda do coberto vegetal: O aumento das temperaturas combinado com a falta de precipitação pode contribuir para a perda do coberto vegetal e, conseqüentemente, para a intensificação da erosão.

3. Que outras medidas podem ser propostas para reduzir a erosão do solo?

Outras medidas podem incluir a preservação de áreas de vegetação natural, a utilização de socalcos escalonados em áreas de cultivo com declives acentuados, ou a construção de canais de drenagem e diques para desviar e controlar o fluxo de água, evitando a formação de regos e o escoamento excessivo.

1.9. O QUE É A CHUVA ÁCIDA ?



Figura 33: Central eléctrica.

Introdução

A chuva ácida é um problema ambiental importante a nível local, mas globalmente distribuído. É produzida como consequência da emissão de óxidos de enxofre e de azoto durante a queima de combustíveis fósseis, embora alguns deles possam ter origem natural, como os provenientes de erupções vulcânicas. Na atmosfera, quando reagem com a água, dão origem à formação de compostos ácidos, como veremos nesta prática, que têm importantes consequências ecológicas locais no ecossistema e também no património.

Conteúdo

- ☞ Chuva ácida
- ☞ Óxidos de enxofre e de azoto
- ☞ Reacções químicas

Objectivos

1. Compreender o fenómeno da chuva ácida.
2. Explicar os seus impactos no ecossistema.
3. Estabelecer pontos comuns entre a origem das alterações climáticas e das chuvas ácidas.
4. Compreender a chuva ácida como um fenómeno local com uma distribuição global.

Material necessário

- ☞ Ácido nítrico
- ☞ Água
- ☞ 2 amostras com lentilhas germinadas

Protocolo

1. Diluir o ácido nítrico com água (uma parte de ácido para três partes de água).
2. Rotular as duas amostras de lentilhas germinadas como grupo de controlo e caso 1.
3. Irrigar o grupo de controlo com água e o caso 1 com a solução de ácido nítrico preparada.
4. Comparar os resultados.

Questões

1. De acordo com os resultados obtidos, quais são os impactos da chuva ácida sobre a vegetação? Existe alguma relação com a prática da erosão?
2. Que reações químicas ocorrem durante a formação da chuva ácida?
3. As chuvas ácidas estão relacionadas com as alterações climáticas?

Orientações e respostas (guia didático para professores)

1. De acordo com os resultados obtidos, que impactos têm as chuvas ácidas sobre a vegetação e se têm alguma relação com a prática da erosão?

A chuva ácida provoca fortes impactos na vegetação, incluindo danos diretos nas folhas e noutros tecidos vegetais, bem como a lixiviação intensa de nutrientes importantes presentes no solo (cálcio, magnésio, sódio, potássio), o que dificulta o desenvolvimento da vegetação.

Além disso, à medida que o pH do solo diminui, o alumínio (até então insolúvel e armazenado em rochas, sedimentos e no complexo de troca catiónica do solo) torna-se solúvel e tóxico para os animais e as plantas.



Figura 34: As plantas e a chuva ácida.

À medida que o coberto vegetal diminui, a percentagem de solo nu aumenta, facilitando e intensificando os processos de erosão verificados na prática anterior.

2. Que reações químicas ocorrem durante a formação da chuva ácida?



3. As chuvas ácidas estão relacionadas com as alterações climáticas?

A relação entre as alterações climáticas e as chuvas ácidas é complexa e multifacetada. Embora as alterações climáticas não sejam a causa direta das chuvas ácidas, existe um ponto de origem comum: tanto a emissão de gases com efeito de estufa como a emissão de óxidos de azoto e de enxofre que provocam as chuvas ácidas têm origem na queima de combustíveis fósseis, como o carvão ou os derivados do petróleo. É importante descartar a ideia alternativa que associa a chuva ácida às alterações climáticas, mas é interessante notar o ponto de convergência dos dois processos quanto à sua origem.

2.1. PLANO ESTRATÉGICO PARA DESENVOLVER ESTAS PRÁTICAS LABORATORIAIS EM CONTEXTOS DE TURISMO DE ACÇÃO CIDADÃ



Figura 35: Estágio em Lisboa.

Este tipo de prática pode ser facilmente transposto para contextos de ação cidadã em contextos turísticos, aproveitando os dias letivos em que os turistas se concentram em zonas próximas de cidades-escola que aplicam as metodologias deste projeto. Esta situação ocorre normalmente por altura da Páscoa e/ou das festas populares de interesse turístico.

É interessante que as comunidades educativas escolares se coordenem com os organizadores de eventos de interesse turístico, como as celebrações gastronómicas ou as festas populares, para que estas atividades possam ser incluídas nos programas das festas e possam receber apoio financeiro da organização para a sua realização. Os alunos devem ser previamente formados seguindo as orientações metodológicas deste guia e aprofundando o seu desenvolvimento curricular através do livro eletrónico escolar "Climantopía: el libro de texto escolar".

O apoio necessário por parte dos organizadores será de *roll up* com infografias e apoio logístico básico como água, gelo ou mesas para a conceção dos stands. Será procurado o apoio de entidades de investigação científica para concretizar o desenvolvimento dos Kits cujo desenvolvimento é ilustrado neste guia seguindo os modelos desenvolvidos pelo parceiro Fábrica, Centro Ciência Viva da Universidade de Aveiro.

Para o efeito, os stands podem ser adaptados ao contexto local, tentando, através dos conteúdos abordados neste guia, dar resposta a questões como:

- ☞ Que soluções para as alterações climáticas podem ser encontradas no contexto educativo?
- ☞ Como podemos promover o turismo sustentável nos nossos territórios?
- ☞ Qual é a biodiversidade mais notável dos nossos territórios? Está em risco?
- ☞ Porque é que o nível do mar está a subir aqui quando o gelo está a derreter noutros locais?
- ☞ Porque é que o nosso oceano está a acidificar e como é que isso afeta os nossos moluscos?
- ☞ Porque é que temos cada vez mais ondas de calor?
- ☞ Pode formar-se um furacão aqui?
- ☞ O que está a acontecer às nossas plantas costeiras, como é que isso nos afeta e o que é que o turismo pode fazer para ajudar?

Por exemplo, podem ser propostas campanhas para incentivar os turistas a calcular a perda de praias com base na subida anual prevista do nível do mar nas regiões turísticas que visitam. Simultaneamente, serão incentivados a conceber medidas para melhorar o litoral, como campanhas de sensibilização e de limpeza das zonas costeiras.

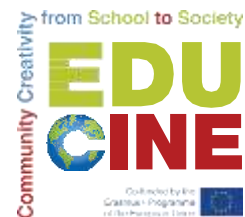
Uma vez definidos os conteúdos a trabalhar no ambiente turístico, é necessário seleccionar a **praça da cidade** que constitui um **ponto de referência** para os turistas. Tendo em conta as suas características, serão solicitadas aos arquitetos municipais ideias para a instalação de stands com os recursos disponíveis e será seleccionado o tipo de marquises mais adequado. Também se procurarão patrocinadores para gerar um sistema de faixas que tornem visível o logótipo do projeto, seguindo a experiência do projeto Oceânica do Campus do Mar.

CAPÍTULO 2: COMO INTEGRAR ESTAS PRÁTICAS EM CONTEXTOS TURÍSTICOS DE ACÇÃO CIDADÃ?



Imagem 36: Campus do mar - Segundo dia.

CAPÍTULO 2: COMO INTEGRAR ESTAS PRÁTICAS EM CONTEXTOS TURÍSTICOS DE ACÇÃO CIDADÃ?



A montagem será desenvolvida de forma a ser integrada na projeção do filme EDUCINEMA Clima Tour Action. O objetivo será envolver as escolas no desenvolvimento de fóruns cinematográficos sobre o filme "Climantopia Climantopia", utilizando material escolar. Ao mesmo tempo que se preparam para o fórum cinematográfico, os alunos serão também formados para realizar as práticas laboratoriais e as simulações contidas neste material. Os municípios poderão também solicitar o apoio das suas escolas de música e de teatro para reforçar as escolas secundárias no desafio de apresentar a versão de teatro musical de que o filme deriva.

2.2. IMPRESSÃO DE ILUSTRAÇÕES GERAIS E CRIAÇÃO DE OUTRAS ILUSTRAÇÕES LOCAIS PARA UTILIZAÇÃO NOS STANDS

As ilustrações em forma de mapa, eventualmente acompanhadas de máquinas, dos processos simulados na prática devem estar à disposição dos alunos que atuarão como divulgadores. Desta forma, podem explicar a razão de ser da prática ao mesmo tempo que, por exemplo, indicam onde decorre o processo que estão a explicar na demonstração, sem necessidade de desviar a atenção do ouvinte. Para utilizar este tipo de ilustração numa feira de ciências, podem ser seguidos os seguintes passos:

1. Coloque um pano ou uma toalha de mesa sobre a mesa para a proteger de danos.
2. Dispor as ilustrações sobre a mesa de forma que sejam facilmente visíveis para os visitantes enquanto assistem à demonstração ou à prática laboratorial, de modo a que estejam no mesmo campo de visão.
3. Imprimir as ilustrações em cartão plastificado para que possam ser levantadas e deslocadas sem serem danificadas.
4. Adicione etiquetas ou descrições para ajudar os visitantes a compreender melhor as ilustrações.
5. Tenha um sistema de post-it para registar as ideias surpreendentes e valiosas dos visitantes.



Imagem 37: Campus do mar - Stand do mapa-mundo.

Para criar roll-ups para stands de feiras de ciências, podem ser seguidos os seguintes passos:

1. Criar um design roll-up com as ilustrações e informações a apresentar, tomando como referência as infografias deste material e do ebook escolar Climátopia, o manual escolar.
2. Enviar o desenho desenvolvido por técnicos municipais, departamentos de arte de escolas secundárias e/ou empresas de design a uma empresa especializada em impressão em rolo para impressão.
3. Selecionar suportes robustos para os roll-ups capazes de utilizar este recurso nas praias, praças e diferentes pontos turísticos do município.
4. Colocar o roll-up num local visível e estratégico dentro do stand para que os visitantes o possam ver facilmente e desenvolver a sua informação de uma forma muito intuitiva para que o estudante comunicador não tenha de se virar durante muito tempo de costas para o público a quem está a explicar.

2.3. ORGANIZAÇÃO DE MATERIAL DE MICROSCOPIA, ÓPTICA, SIMULAÇÃO E APRESENTAÇÃO DE AMOSTRAS NOS STANDS



Imagem 38: Campus do mar - Estande de microscopia.

Deve ser conseguida uma organização coerente e lógica para que os visitantes possam compreender claramente a informação que está a ser apresentada. É também importante que o pessoal do stand esteja disponível para responder a quaisquer perguntas que os visitantes possam ter, bem como para gerir estes recursos, deixando-os de volta na sua organização lógica e coerente, proporcionando tranquilidade e motivação para o visitante interagir com o material.

A organização do material de microscopia, ótica, simulação e apresentação de amostras nos stands de ciência cidadã é fundamental para atrair a atenção dos visitantes e transmitir a informação de forma eficaz, envolvendo-os em processos que lhes permitam falar de ciência enquanto fazem ciência, utilizando os instrumentos próprios da disciplina que estão a tratar. Para tirar o máximo partido deste tipo de instrumentos e recursos nos stands de atração turística, é necessário ter em conta estes critérios na organização do material no stand:

1. Microscópios e lentes binoculares: Os microscópios e as lentes binoculares devem ser posicionados de modo a que as oculares fiquem ao nível dos olhos dos visitantes. Deve ser assegurada uma iluminação adequada durante as horas de visita, de modo a permitir

ser capaz de visualizar corretamente as amostras. O microscópio deve ter instruções claras de utilização. Para isso, uma opção é colocar um computador com um pequeno vídeo de demonstração com as chaves para a sua utilização. No final, o aluno demonstrador mostrará os aspetos mais relevantes que foram visualizados, dando a oportunidade de voltar a ver o vídeo se algo tiver escapado.

2. Simulação: sempre que possível, no desenvolvimento de processos de simulação ou na utilização de modelos no stand, deve ser utilizado um ecrã grande ou um projetor para mostrar as simulações em ação. Este ecrã, uma vez terminada a simulação, fornecerá então informações sobre a forma como as simulações foram criadas e como se relacionam com a investigação científica, atuando como uma ponte para os modelos científicos.
3. Exposição das amostras: Se as amostras forem expostas no expositor, podem ser colocadas com cartões laminados e etiquetas com informações sobre as amostras e a sua relação com a investigação científica. As amostras devem estar estáveis no local e bem protegidas da luz e da humidade.

2.4. ESTRATÉGIAS PARA A PARTICIPAÇÃO DAS DIFERENTES GERAÇÕES



Figura 39: Acesso diferenciado.

Para aproximar os stands de ciência cidadã das diferentes gerações, é necessário utilizar estratégias diferentes consoante o público-alvo, incluindo o acesso de crianças e pessoas com mobilidade reduzida. Algumas estratégias gerais que podem ser utilizadas são as seguintes:

1. **Utilizar uma linguagem clara e simples:** é importante que a informação apresentada nos stands seja compreensível para todas as idades. Deve ser evitada a utilização de jargão científico ou de termos demasiado técnicos.
2. **Utilizar atividades interativas:** as atividades interativas facilitam a participação de pessoas de diferentes gerações nas atividades de ciência cidadã. Por esta razão, as atividades nos stands são simulações interativas, experiências e outras atividades práticas para que os visitantes possam aprender de forma divertida e possam participar no desenvolvimento das atividades, tanto a nível manipulativo como em termos de reflexão e argumentação.
3. **Adaptar os conteúdos, as atividades e os recursos aos diferentes grupos etários:** as crianças mais pequenas podem estar mais interessadas em atividades lúdicas, enquanto os adultos podem preferir atividades mais centradas na educação e na aquisição de cultura científica.

4. **Fornecer informações relevantes:** É importante que as informações apresentadas nos stands sejam relevantes e tenham um impacto na vida quotidiana das pessoas. Isto pode ser especialmente importante para os adultos mais velhos, que podem estar mais interessados em questões de saúde ou bem-estar.
5. **Os desafios devem ser planeados e ensaiados para facilitar a interação com os visitantes e para que os turistas possam exprimir a pertinência destes conteúdos nos seus ambientes de vida, profissionais e quotidianos:** é do interesse do pessoal do stand interagir com os visitantes e responder às suas perguntas, mas também ousar devolver as perguntas quando estes respondem às que colocam, procurando neste retorno que o turista traga para o stand uma nova experiência. As perguntas são especialmente importantes para as crianças, uma vez que estas são muito curiosas, espontâneas, ativas e necessitam de uma orientação eficaz para compreenderem os conceitos científicos. As perguntas são especialmente importantes para as crianças, uma vez que são muito curiosas, espontâneas, ativas e necessitam de uma orientação eficaz para compreenderem os conceitos científicos.

2.5. CRIAÇÃO DE DESENHOS PARA KITS DE PRÁTICA DE STAND

Criar projectos para kits de prática para stands de feiras de ciências pode ser um processo criativo e desafiante. Seguem-se alguns passos gerais que podem ser seguidos para criar um kit de prática para uma feira de ciências:

1. Uma vez identificados os temas, concebidos os objetivos de aprendizagem e selecionadas as atividades práticas, os materiais devem ser ilustrados.
2. Nos casos necessários, como na prática da estratificação oceânica, deve ser estabelecido um desenho de kit que pode ser levado a um vidraceiro para desenvolver o material para realizar esta atividade de simulação. Neste caso particular, deve ser feito um desenho fotográfico do tanque necessário para a estratificação, com os materiais necessários expressos neste exemplo de tanque. Isto pode incluir materiais de construção, ferramentas, equipamento, instruções e qualquer outro elemento necessário para efetuar as práticas.

[GRÁFICO EXPLICADO PARA A MONTAGEM DA CUVETE QUE PODE SER



Imagem 40: Campus do mar - Estratificação do oceano.

3.1. EXEMPLOS DE PROJECTOS DE CIÊNCIA CIDADÃ

Os exemplos apresentados neste livro eletrónico de projetos de boas práticas que envolvem estudantes na formação de outros estudantes são os que serviram de inspiração para esta tarefa. São os seguintes projetos:

- ☞ Meteoescolas
- ☞ Oceânica
- ☞ EduCO₂ Cean
- ☞ Projeto Zosteco
- ☞ InnoEduCO₂
- ☞ Quatro climas

Meteoescolas surgiu em 2007 da colaboração do serviço galego de previsão meteorológica, MeteoGalicia, com o Projeto Climántica, que se situava como pilar educativo do Plano de Ação Galego contra a Mudança Climática para a introdução da mudança climática nos projetos interdisciplinares do currículo da lei orgânica então vigente em Espanha: LOE.



Imagens 41 e 42: Logotipos MeteoGalicia e Projeto Climántica.

Oceânica é um projeto financiado pela Fundação Espanhola para a Ciência e Tecnologia (FECYT) no ano letivo 2013-2014, cuja ciência escolar se situou nos estuários galegos e cuja dimensão de ciência cidadã foi inspirada pelo Meteoescolas. O seu desenvolvimento centrou-se nos estuários e inspirou a sua transferência para a Europa através do EduCO₂ ean, um projeto Erasmus Plus que se centrou na participação dos alunos na ciência escolar a partir das conclusões obtidas na investigação sobre os ecossistemas servidos pela pesca de bivalves.



Imagens 43 e 44: Logos Oceántica e EduCO₂ cean.

A importância das pradarias de ervas marinhas neste tipo de serviço ecossistémico interdita nos estuários deu origem ao projeto Zosteco, financiado pela Fundação para a Biodiversidade. A aproximação das crianças em idade escolar à ciência cidadã orientada para a conservação destes prados, no contexto da COVID-19, inspirou o projeto e-InnoEduCO₂, financiado no âmbito da modalidade extraordinária de inovação educativa KA226 do Erasmus+ para conseguir o desenvolvimento de tecnologias educativas para a aprendizagem experimental sobre estes prados e a sua relação com a saúde.

A comparação da aplicação comparativa deste projeto às pradarias das Rias Baixas, aos pântanos cantábricos da Cantábria, a Doñana na Andaluzia e aos prados mediterrânicos da ilha de Tabarca deu origem a Cuatro Climas, financiado como cluster pela Subdirección General de Cooperación Territorial e Innovación Educativa.



Imagem 45: Logótipo dos quatro climas.

3.2. METEOSCHOOLS



Imagem 46: Pontevedra.

Foi um programa que surgiu em 2007, financiado pelo Plano de Ação Galego contra as Alterações Climáticas e desenvolvido em colaboração entre as equipas de Climántica e MeteoGalicia. Este programa continua a funcionar hoje em dia dentro do MeteoGalicia, o centro de previsão meteorológica da Galiza, embora sem a dimensão de actividades de demonstração em stands nas escolas, uma vez que o projeto interdisciplinar deixou de ser desenvolvido com a mudança da lei orgânica e o do Plano de Ação Galego contra as Alterações Climáticas cessou. Cada escola da rede Meteoscolas recebe uma estação meteorológica MeteoGalicia com termómetros de máxima e mínima e um pluviómetro. Os dados diários são carregados numa aplicação desenvolvida pela MeteoGalicia, que dispõe de um filtro para serem integrados no seu conjunto de dados meteorológicos se forem coerentes com os dados. Também são carregados dados de observação qualitativa.

A equipa da Climántica desenvolveu material didático que foi utilizado pelos alunos das escolas que implementaram o Projeto Interdisciplinar da LOE. As escolas receberam formação de professores para que os alunos pudessem trabalhar com as estações meteorológicas. Receberam também formação da equipa Climántica para treinar os alunos nas explicações que iriam fazer nos espaços abertos ao público sobre o funcionamento do sistema climático, a caracterização microclimática evidenciada pelos dados das suas estações meteorológicas e os possíveis efeitos das alterações climáticas no sistema climático a nível geral e a nível particular.

[ADICIONAR LIGAÇÃO PARA DESCARREGAR MATERIAL?]



Imagem 47: Noia.

3.3. OCEANO OCEANO

Oceántica é um projeto educativo sobre ciência, tecnologia e sociedade que se estrutura em cinco etapas transversais que englobam os principais desafios no conhecimento do meio marinho e da sua sustentabilidade, e que se contextualiza nos estuários galegos. Foi desenvolvido no biénio 2013-2014 e foi financiado pela Fundação Espanhola para a Ciência e Tecnologia (FECYT). Foi promovido pelo Campus do Mar hispano-português, um campus internacional de excelência liderado pela Universidade de Vigo.



Imagem 48: Cíes.

A Oceántica criou equipas de investigação compostas por jovens investigadores universitários e estudantes do ensino secundário. Os alunos foram encarregados de comunicar os resultados através de stands onde apresentaram as suas descobertas. Estas apresentações tiveram lugar em vários espaços públicos, incluindo a praia de Samil (Vigo). Aí se visualizou o interesse que despertou nos turistas a oportunidade de conhecer a sustentabilidade do ambiente costeiro de que desfrutavam através dos ensinamentos dos alunos que tinham investigado previamente a conservação ambiental nas praias.

Para isso, estudaram as diferenças de intervenção antrópica na praia das Cíes, que é objeto de conservação como parque nacional, e na praia de Samil, que é afetada por obras públicas, nomeadamente o passeio marítimo. Para conseguir esta visualização, verificaram as diferenças no perfil da praia. De seguida, verificaram a abundância e a distribuição das pulgas do mar em ambas as praias, como bioindicador da diminuição da intervenção antrópica na praia.



Figura 49: Medições de perfil em Cíes.

Mediram também a abundância e a distribuição de algas invasoras em ambas as praias. Além disso, estudaram os possíveis efeitos das alterações climáticas sobre estas invasões. Os resultados foram organizados em documentos que serão transmitidos ao conteúdo das bancas.



Imagem 50: Algas marinhas em Cíes.

3.4. EDUCO2CEAN

Este projeto transferiu para a Europa as lições aprendidas com o envolvimento das escolas na ciência cidadã desenvolvida na Oceânia. O projeto EDUCO2CEAN foi financiado pelo programa Erasmus+ no âmbito da modalidade de inovação educativa KA201 para o biênio 2016-2018. Tem como objetivo gerar um modelo pedagógico Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) com potencial para ser aplicado em toda a União Europeia e transmitir à sociedade a importância da investigação sobre os impactos e a mitigação das alterações climáticas no mar, com especial ênfase no Oceano Atlântico e no Mar Báltico.



Imagem 51: Stand em Noia.

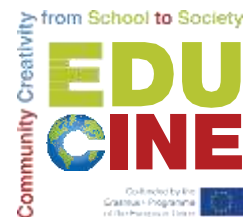
O projeto propõe o desenvolvimento de competências-chave necessárias para a promoção da criatividade na comunicação necessária para sensibilizar a sociedade para a relevância da investigação face às alterações climáticas e em prol da sustentabilidade dos oceanos; e para a promoção do espírito científico empreendedor necessário para a transferência para a sociedade da relevância deste conhecimento.

Para tal, centra-se no envolvimento dos estudantes em iniciativas destinadas a criar ideias, comunicação e consciência ambiental. Parte do princípio de que estes desafios académicos para jovens gerarão preocupações e conhecimentos básicos que aumentarão as futuras oportunidades de emprego dos participantes na procura de soluções para as alterações globais nos oceanos.

A análise conjunta e comparativa dos desafios das alterações climáticas e da sustentabilidade no Báltico e no Atlântico criará também oportunidades para o desenvolvimento de um futuro novo, mais sustentável e mais

CAPÍTULO 3: MELHORES PRÁTICAS DE PROJECTOS DE CIÊNCIA CIDADÃ E PARTILHA DE RECURSOS

duradouro para o Báltico e o Atlântico.



A dimensão europeia da educação será mais desenvolvida. Assim, as comunidades educativas e científicas atlânticas e bálticas colaborarão na criação de um modelo educativo STS que permitirá a análise comparativa dos impactos ambientais dos dois oceanos, causados pela sobrepesca, poluição, aumento da temperatura do mar, presença de materiais perigosos e outros riscos ambientais.

Neste sentido, o projeto está ligado aos objetivos do Horizonte 2020, na medida em que trabalha os desafios sociais que a UE enfrenta, promove a liderança da indústria na Europa relacionada com os oceanos Báltico e Atlântico e responde às alterações climáticas e à poluição dos dois oceanos. Dada a relevância destas respostas para a Europa, é estratégico que a partir destas áreas STS seja possível proporcionar uma formação de base aos jovens que conduza a uma formação complementar para que no futuro se tornem melhores profissionais europeus em áreas relacionadas com estes desafios. Reforça também a excelência da sua base científica, uma vez que com este projeto muitos estudantes irão colaborar com e q u i p a s de investigação profissionais e atuar como comunicadores e sensibilizadores da relevância deste desafio, pondo assim em prática os princípios de que nada se aprende melhor do que a investigação e de que quem ensina aprende duas vezes.

Em suma, o compromisso do EduCO₂ ocean com a liderança, o trabalho científico em equipas profissionais, a capacidade de comunicação e uma formação científica rigorosa permitir-lhes-á aprender mais, melhor e de forma mais profissional, chegando a 2020 em melhores condições e com melhores oportunidades de trabalho numa sociedade do conhecimento que estimulará uma economia europeia mais competitiva e amiga do ambiente.

Este projeto foi avaliado como um exemplo de boas práticas. Foi subsequentemente selecionado como estudo de caso n.º 15 como modelo de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para o desenvolvimento de projetos de sustentabilidade no período de seis anos 2021-2027.

A sua ciência cidadã consistiu em comunicar em stands montados em Noia, Lisboa e Madrid a experiência desenvolvida por uma comunidade de investigação composta por cientistas do Campus do Mar e estudantes do IES Virxe do Mar, que realizaram conjuntamente um estudo empírico envolvendo técnicas chave de investigação para estudar o possível impacto global no recrutamento de berbigão (*Cerastoderma edule*) no principal banco de moluscos deste molusco de alto valor comercial na Galiza - Espanha. Para o efeito, foi estudada a distribuição e a abundância deste bivalve.



Imagem 52: Stand em Lisboa.

A investigação centrou-se no início de uma série temporal de dados que permite conhecer os possíveis efeitos das alterações globais sobre o bivalve de interesse comercial *Cerastoderma edule* no banco de moluscos Testal em Noia (Galiza-Espanha). É o principal recurso económico de Noia e este banco de moluscos é um dos mais importantes do mundo para este recurso marinho.

A investigação foi proposta como o início de uma série que pretendem repetir nos próximos anos, na mesma altura do ano, antes do início do período de defeso, na última semana dos moluscos, imediatamente antes do recrutamento ou da passagem de larvas nadadoras a recrutas de amêijoas encontradas no sedimento.



Imagens 53 e 54: Testal, Noia.

3.5. ZOSTECO

ZOSTECO - Conservação dos prados de *Zostera noltii* no Noroeste da Península Ibérica: uma investigação baseada no mapeamento participativo de usos e serviços ecossistémicos, foi financiado pelo programa Pleamar da Fundação para a Biodiversidade para ser implementado em 2020.

O projeto visa gerar conhecimentos e instrumentos úteis sobre as atividades de pesca e de recreio e a sua relação com a distribuição espacial dos habitats da RN2000, com a participação dos diferentes intervenientes relevantes (administração-gestão, sector da pesca e do recreio, grupos ambientalistas, investigadores) das áreas protegidas em que operam.

Para o efeito, foi analisada e atualizada a informação existente, foi realizado um estudo sobre a perceção dos serviços prestados por estes habitats e foram realizados workshops de formação para a elaboração de um mapa de serviços e conflitos. Com base nestes resultados, foi organizado um fórum participativo e grupos de trabalho com os atores envolvidos para a elaboração conjunta de um diagnóstico e de um relatório de gestão participativa para a atenuação dos impactos e dos conflitos.



Imagem 55: Pesquisa em Testal, Noia.

Foi também realizado um programa de inovação pedagógica sobre interação e conflitos identificados. Este programa envolveu alunos do IES Virxe do Mar que investigaram a distribuição de *Zostera* no serviço ecossistémico da praia do Testal, continuando o trabalho em laboratório para apresentar os resultados no contexto da ciência cidadã no projeto.



Figura 56: Trabalho de laboratório no IES Virxe do Mar (Noia).

3.6. E- INNOEDUCO2

Este é um projeto financiado pelo programa Erasmus+ para o biénio 2021-2023, ao abrigo da modalidade extraordinária KA226, para ultrapassar as barreiras pedagógicas decorrentes da pandemia da COVID-19.



Figura 57: Alunos a realizar uma prática de campo durante o regresso às aulas presenciais após a pandemia.

A pandemia demonstrou que a maioria dos sistemas educativos não estava preparada para o mundo das oportunidades de aprendizagem digital e que é também urgente promover uma cultura de inovação em toda a sociedade e a todos os níveis, começando na idade escolar. A educação STE(A)M (ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática) permite que os alunos desenvolvam aptidões e competências relacionadas com a inovação. A educação STE(A)M (ciência, tecnologia, engenharia e artes) permite aos alunos desenvolver aptidões e competências relacionadas com a inovação. Isto levou ao desenvolvimento de sistemas de visualização audiovisual que permitiram projetar a ciência escolar para a ciência cidadã.

A pandemia foi também um apelo a um compromisso renovado com os ODS: garantir que todos os jovens tenham a oportunidade de ter sucesso na escola e desenvolver os conhecimentos, as competências, as ações e os valores que lhes permitam contribuir para a sociedade em termos de recuperação ecológica, especialmente no que diz respeito à urgência de atenuar e adaptar-se às alterações climáticas. A ONU designou 2021-2030 como a Década da Ciência dos Oceanos para o Desenvolvimento Sustentável. Envolver os alunos das escolas nesta questão de uma forma experimental pode levá-los a atuar como agentes da transição ecológica, marcando a Ecologia e as TIC como temas transversais para a divulgação científica criativa.

A conceção deste projeto foi inspirada nas boas práticas de ciência cidadã desenvolvidas pelos alunos nos projetos escolares de ciência Oceântica, EduCO₂ cean e Zosteco. Os alunos foram treinados para compreender a relação entre os prados *Zostera* e os serviços ecossistémicos que prestam em relação à mitigação das alterações climáticas e os efeitos na saúde humana, especialmente os ligados ao consumo de moluscos e peixes cujo ciclo biológico está relacionado com estes prados. Foram também abordadas as garantias deste tipo de prados para a prevenção de zoonoses devido ao seu papel na filtragem da água. Neste contexto, os alunos foram treinados para comunicar a importância da conservação deste tipo de ecossistema através da produção de curtas-metragens.

No Atlântico, o trabalho foi realizado nas pradarias intertidais de ervas marinhas dos bivalves de Testal. Aí, utilizando uma aplicação desenvolvida no âmbito do projeto pelo CESGA, foram carregados dados sobre a densidade e a cobertura desta planta marinha.



Imagem 58: Testal, Noia.

Em seguida, no laboratório, mediram a biomassa seca, a matéria orgânica e a biodiversidade de amostras colhidas em diferentes prados: um com fragmentação mínima, um com fragmentação média e um com plantas isoladas.

Após a conclusão do trabalho de campo e de laboratório, foi discutida a influência da fragmentação das ervas marinhas na remoção de matéria orgânica da água e na biodiversidade e foram tiradas conclusões sobre a importância das ervas marinhas para a atenuação das alterações climáticas enquanto sumidouros de carbono relevantes.



Figura 59: Trabalho de laboratório.

A experiência foi repetida na laguna costeira de Aveiro, a fim de comparar dois ecossistemas distintos de prados intertidais atlânticos.



Imagem 60: Aveiro.

No Mar Negro, trabalharam com um estudo de caso sobre a influência das obras públicas nas pradarias de ervas marinhas. O estudo de caso centra-se nas diferenças entre um prado de ervas marinhas afetado por obras públicas e um prado de ervas marinhas não afetado por obras públicas.

O Mar Báltico incluiu uma análise da relação entre as pradarias de ervas marinhas e a eutrofização, um problema que, de acordo com o último relatório do IPCC sobre os oceanos e a criosfera, já afeta mais de 900 zonas costeiras e mares semifechados em todo o mundo.

Assim, os alunos colocam estes estudos de ecologia à disposição do público através de curtas-metragens em que apresentam os seus resultados, as suas análises, as suas justificações baseadas na ciência e as suas conclusões.

3.7. QUATRO CLIMATES



Imagem 61: Navegação na Ria de Noia.

Para adaptar as metodologias e abordagens do e-InnoEduCO₂ às diferentes comunidades autónomas, foi articulada a candidatura da Agrupación escolar Cuatro Climas, que foi financiada no âmbito das subvenções para a promoção de agrupamentos de escolas da Subdirección General de Cooperación Territorial e Innovación Educativa do Ministério da Educação.

Para o seu desenvolvimento, foram previstas 4 mobilidades, uma em cada uma das comunidades autónomas membros do consórcio, para estudar comparativamente as pradarias intertidais de ervas marinhas das Rias Baixas, os pântanos de Santoña na Cantábria, os de Doñana na Andaluzia e os da Ilha de Tabarca na Comunidade Valenciana. Durante o evento, serão exibidos curtas-metragens de produtores escolares, performances científico-artísticas no âmbito do projeto SostenArte e reportagens fotográficas das diferentes atividades.

A primeira estadia do grupo teve lugar na última semana de março de 2023, na Galiza, coordenada pela IES Virxe do Mar de Noia, sob o tema "As Rias Baixas vistas de Quatro Climas". Participaram os centros da Cantábria e da Andaluzia, estando o centro da Comunidade Valenciana ligado telematicamente.

Durante esta estadia, foram discutidas as relações das pradarias de ervas marinhas com a purificação da água, a fixação de sedimentos e a melhoria da reprodução das espécies, bem como curtas-metragens realizadas por produtos escolares. Para além disso, foi introduzida a dimensão climática

CAPÍTULO 3: MELHORES PRÁTICAS DE PROJECTOS DE CIÊNCIA CIDADÃ E PARTILHA DE RECURSOS

do Atlântico Noroeste.



da proteção da área protegida do Parque Natural das Dunas de Co rrubedo. Houve também um encontro com cientistas que orientam alunos em investigações sobre Ecologia e Conservação da Biodiversidade Genética para organizar actividades de investigação na zona intertidal de Testal, com marisqueiras e cientistas. Os ecossistemas das Rias Baixas foram interpretados no Aquário Finisterrae, na Corunha, e no Museu da Biodiversidade da Universidade de Santiago de Compostela, onde foram ilustradas espécies para concetualizar as relações ecológicas nestas comunidades e transferir o conhecimento para o público através de curtas-metragens produzidas por estudantes e atuações musicais.



Imagem 62: Museu da Biodiversidade.



Imagem 63: Tambre I.

Para localizar a sedimentologia siltosa onde se desenvolvem os prados marinhos intertidais de Testal e a natureza dos estuários, foi visualizada a chegada da travessia do rio Tambre na zona de influência das marés. Também visualizámos a clássica turbina da barragem que corre ao longo da encosta da montanha da central hidroelétrica de Tambre I com a moderna turbina de Tambre II, que é alimentada com água do fundo da barragem de Barrié de la Maza, com água canalizada através de um túnel, e com um elevador de sedimentos siltosos, parte dos quais filtra a *Zostera*.

A segunda estadia do projeto foi coordenada pelo IES Bernardino de Escalante de Laredo no âmbito do tema STEAM do projeto "*SostenArte*" que deu origem a uma performance de vídeo musical cujo objetivo é integrar a arte para comunicar ao público a urgência de cuidar das ervas marinhas. Realizou-se na primeira semana de abril de 2023.



Imagem 64: Nascente do Ebro.

Aí, analisou-se a nascente dos rios em montanhas calcárias, visualizando a cor devida à dissolução do calcário do Ebro, para identificar a natureza calcária da sedimentologia siltosa dos pântanos de Santoña, na foz do rio Ansón, onde se desenvolvem os prados marinhos.

Foi analisado o ecossistema *Zostera* no Parque Natural das Marismas de Santoña para estudar os prados de ervas marinhas de *Zostera noltii* durante a maré baixa. Para expressar isto, desenvolveu-se a pré-performance musical *SostenArte* através de workshops destinados a preparar a ação artística onde ecossistemas, sustentabilidade e arte se unirão na peça "*SostenArte*" que foi visualizada no último dia na Casa de Cultura de Laredo. Nesta mobilidade, os centros da Galiza e da Comunidade Valenciana

CAPÍTULO 3: MELHORES PRÁTICAS DE PROJECTOS DE CIÊNCIA CIDADÃ E PARTILHA DE RECURSOS



participarão presencialmente e o centro da Andaluzia estará ligado telematicamente.



Imagem 65: Santoña e Laredo.



Figura 66: Sostenarte na oficina.

Está prevista para o ano letivo 2023-2024, a estadia coordenada pelo IES Sixto Marco de Elx sob o tema "Morfologia costeira e Posidonia oceanica. O litoral de Santa Pola e a ilha de Nueva Tabarca. Os prados de Posidonia oceanica". Participarão os centros da Cantábria e da Andaluzia, e o centro da Galiza estará ligado telematicamente. Será feita uma visita para conhecer o ambiente da Reserva Marinha da Ilha de Nova Tabarca e a morfologia costeira de Santa Pola, e também será analisada uma zona húmida costeira no sul da província de Alicante: as Salinas de Santa Pola. Serão realizadas actividades de mergulho para registar as imagens chave para o documentário nos prados de Tabarca.

A mobilidade Andaluzia também terá lugar no ano letivo de 2023-2024, coordenada pelo IES Averroes em Córdoba. Participarão nele os centros da Galiza e da Comunidade Valenciana, aos quais se juntará o centro da Cantábria, numa base temática. O documentário juvenil terminará com um estudo do Monumento Natural dos Sotos de la Albolafia, no troço urbano do rio Guadalquivir, para refletir sobre a importância da conservação do meio fluvial para o bom estado dos prados, terminando esta análise com uma visita ao Parque Nacional de Doñana, com um estudo da zona costeira, dos pântanos de El Rocío e do Arroyo de La Rocina, na zona norte do parque; incluindo uma visita ao Parque Natural de Hornachuelos, que faz parte da Reserva da Biosfera de Dehesas de Sierra Morena.

REFERÊNCIAS

- ☞ Barange, M., Merino, G., Blanchard, J. L., Scholtens, J., Harle, J., Allison, E. H., ... & Jennings, S. (2014). Impactos das alterações climáticas na produção do ecossistema marinho em sociedades dependentes das unidades populacionais de peixes. *Nature climate change*, 4 (3), 211-216.
- ☞ Doney, S. C. (2006). Plâncton num mundo mais quente. *Nature*, 444 (7120), 695-696.
- ☞ IPCC, 2019: Relatório especial do IPCC sobre o oceano e a criosfera num clima em mudança [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK e New York, NY, USA, 755 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>.
- ☞ Sóñora-Luna, F., & Alonso-Méndez, A. (2018). O oceano sob as alterações globais: da ciência à escola. *Revista internacional de educação ambiental e científica*, 13 (2), 97-112.
- ☞ Sóñora-Luna, F., Rodríguez-Ruibal, M. M., & Troitiño, R. (2009). Um modelo ativo de educação ambiental: práticas em matéria de alterações climáticas. *Educação em Ciências da Terra*, 17 (2), 196-206.
- ☞ Sóñora-Luna, F., Suárez, E. F., Carrión, C. B., & Méndez, A. A. (2019). Investigación de Ecoloxía Escolar nunha pradaría de Zosterácea. *Innovación educativa*, (29), 27-43.

SÍTIOS WEB

- ☞ www.climantica.org
- ☞ www.educo2cean.org
- ☞ www.educo2cean.org
- ☞ www.innoeduco2.org
- ☞ www.4climas.org

Isenção de responsabilidade

Este projeto foi financiado com o apoio da Comissão Europeia. Esta publicação reflete

apenas as opiniões do autor e a Comissão não pode ser responsabilizada por qualquer utilização que possa ser feita da informação nela contida.

