



GUIA DE ATIVIDADES EDUCATIVAS

PARA PROFESSORES

EDITADO POR
THEODOROS KEVREKIDIS
PARASKEVI MALEA



Cofinanciado pela
União Europeia





GUIA SEAQUEST DE ATIVIDADES EDUCATIVAS PARA PROFESSORES

EDITADO POR

THEODOROS KEVREKIDIS UNIVERSIDADE
DEMOCRITUS DA TRÁCIA

PARASKEVI MALEA
UNIVERSIDADE ARISTÓTELES DE SALÓNICA

SALÓNICA, GRÉCIA 2026

FOTO DE CAPA

Pradaria de Halophila stipulacea no Golfo Pagásico, norte do Mar Egeu, Grécia (crédito da foto Christos Zoumbos/Theodoros Kevrekidis)

EDITADO POR

THEODOROS KEVREKIDIS

UNIVERSIDADE DEMOCRITUS DA TRÁCIA

PARASKEVI MALEA

UNIVERSIDADE ARISTÓTELES DE SALÓNICA

DESENHADO POR

ADRIA FESSA

UNIVERSIDADE ARISTÓTELES DE SALÓNICA

Citação

Kevrekidis T. e P. Malea (eds.), 2026. Guia SEAQUEST de Atividades Educativas para Professores. Projeto Erasmus+ “SEAQUEST”, 2024-1-EL01-KA220-SCH-000244654.





GUIA SEAQUEST DE ATIVIDADES EDUCATIVAS PARA PROFESSORES

ERASMUS+

PROGRAMA DA UE PARA EDUCAÇÃO, FORMAÇÃO,
JUVENTUDE E DESPORTO

TÍTULO DO PROJETO

SEAQUEST: EDUCAÇÃO SOBRE ERVAS MARINHAS PARA CRIANÇAS RUMO
À SENSIBILIZAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

NÚMERO DO PROJETO

2024-1-EL01-KA220-SCH-000244654



**Cofinanciado pela
União Europeia**

Financiado pela União Europeia. As opiniões e pontos de vista expressos são, no entanto, apenas dos autores e não refletem necessariamente os da União Europeia, da Agência Nacional do Programa Erasmus+ e do Corpo Europeu de Solidariedade. Nem a União Europeia nem a entidade que concede a subvenção podem ser responsabilizadas por elas.

CONTACTE-NOS

sequest.duth@gmail.com





CONSÓRCIO DO PROJETO

O projeto envolve universidades, institutos de investigação e organizações não governamentais de cinco países da União Europeia – Grécia, Portugal, Dinamarca, Bélgica e Chipre

COORDENADOR



ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΡΑΚΗΣ

DEMOCRITUS
UNIVERSITY
OF THRACE

PARTNERS



ARISTOTLE
UNIVERSITY
OF THESSALONIKI



Cofinanciado pela
União Europeia

PREFÁCIO

O SEAQUEST é um projeto Erasmus+ que visa sensibilizar para o valor, vulnerabilidade e necessidade de preservar as ervas marinhas. As ervas marinhas são plantas com flor que crescem submersas e enraizadas em ambientes marinhos e estuarinos em todo o mundo. As ervas marinhas formam extensas pradarias subaquáticas, que fornecem múltiplas funções e serviços ecossistémicos valiosos para o ambiente e para as pessoas. No entanto, ainda não foi alcançada uma compreensão completa da importância ecológica e socioeconómica das ervas marinhas. Além disso, uma tendência global de perda de ervas marinhas tem sido bem documentada, principalmente devido ao desenvolvimento e à atividade humana. Por isso, aumentar a consciencialização pública sobre as ervas marinhas é crucial para a sustentabilidade destes ecossistemas marinhos críticos. Para tal, foram desenvolvidos os princípios e conceitos-chave em relação às ervas marinhas que uma pessoa com conhecimentos sobre ervas marinhas deve possuir (Apostoloumi, C., Malea, P., Kevrekidis, T., 2021. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 112936).

O SEAQUEST visa particularmente promover a literacia em ervas marinhas no ensino primário por toda a Europa, através de investigação, ferramentas educativas, formação de professores, aprendizagem tecnológica por meio de um jogo interativo e envolvimento comunitário. O *Kit SEAQUEST de Ferramentas Educativas* consiste no *Currículo SEAQUEST para Professores* e no

Guia SEAQUEST de Atividades Educativas para Professores com o objetivo de introduzir eficazmente a literacia em ervas marinhas nas escolas primárias, combinado com um jogo de interação digital.

Para apoiar os professores na melhoria da literacia em ervas marinhas, o presente guia, o Guia SEAQUEST de Atividades Educativas para Professores, inclui o Quadro Pedagógico apropriado e a Orientação do Professor, bem como uma série de Planos de Aula. Os Planos de Aula estão divididos em sete Módulos Temáticos. O primeiro Módulo Temático corresponde ao quinto Princípio Essencial de Literacia Oceânica (*O oceano suporta uma grande diversidade de vida e ecossistemas*; NOAA, 2013. Literacia oceânica: os princípios essenciais e conceitos fundamentais das Ciências Oceânicas para aprendizes de todas as idades http://oceanliteracy.wp2.co-exploraGon.org/?page_id=164), enquanto cada um dos restantes Módulos Temáticos corresponde a um dos Princípios Essenciais sobre Ervas Marinhas (*1. As ervas marinhas são plantas únicas, 2. As ervas marinhas formam extensas pradarias subaquáticas, 3. As ervas marinhas suportam uma grande diversidade de vida, 4. As ervas marinhas estabilizam o fundo marinho, melhoram a qualidade da água e armazenam carbono, 5. As ervas marinhas e os humanos estão intrinsecamente ligados, e 6. As ervas marinhas são em grande parte inexploradas*; Apostoloumi, C., Malea, P., Kevrekidis, T., 2021. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 112936). Seguindo a

estrutura e abordagem pedagógica dos planos de aula apresentados, os professores podem também desenvolver planos de sensibilização adicional e orientados para a ação, inspirados nas atividades e nos temas apresentados no Currículo SEAQUEST para Professores.

Queremos agradecer a todos os parceiros do projeto SEAQUEST pelo seu contributo para o desenvolvimento do presente Guia de Atividades Educativas. Gostaríamos de expressar a nossa gratidão a todos os autores que contribuíram para a redação das secções do Guia. Agradecemos também à Adria Fessa pela arte e pela disposição, bem como a quem contribuiu com fotografias e desenhos para este Guia.

Considerando que, devido à grande variedade de temas e à tentativa de simplificar conceitos, alguns erros e omissões permanecem certamente neste livro, pelo que quaisquer comentários e sugestões que possam melhorá-lo são bem-vindos.

Theodoros Kevrekidis,

Professor,
Universidade Democritus da Trácia

Paraskevi Melea,

Professor,
Universidade Aristóteles de Salónica

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	13
<i>Theodora Boubonari</i>	

A. QUADRO PEDAGÓGICO E ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR

Theodora Boubonari

A1. Propósito e Objetivos	16
A2. Abordagens pedagógicas	19
A3. Competências	22
A4. Estratégias e Ferramentas de Avaliação	25
A5. Guia para Professores: Como Usar os Planos de Aulas de Ervas Marinhas	27
A6. Leitura adicional	31

B. PLANOS DE AULA

B1. MÓDULO TEMÁTICO 1: **O oceano suporta uma grande diversidade de vida e ecossistemas**

Dominika Wojcieszek

PLANO DE AULA 1. Diversidade da Vida no Oceano – Plâncton	34
PLANO DE AULA 2. Diversidade da Vida no Oceano - Bentos	41
PLANO DE AULA 3. Diversidade da Vida no Oceano - Necton	48
PLANO DE AULA 4. Diversidade da Vida no Oceano	55
PLANO DE AULA 5. Diversidade de Ecossistemas no Oceano	62

B2. MÓDULO TEMÁTICO 2: **As ervas marinhas são plantas únicas**

Theodora Boubonari, Paraskevi Malea & Theodoros Kevrekidis

PLANO DE AULA 1. Morfologia das ervas marinhas	71
PLANO DE AULA 2. Ervas marinhas vs. Macroalgas	78
PLANO DE AULA 3. Taxonomia das ervas marinhas e identificação de espécies	91
PLANO DE AULA 4. Distribuição mundial das ervas marinhas	105

B3 MÓDULO TEMÁTICO 3:

As ervas marinhas formam extensos campos subaquáticos

Theodora Boubonari, Paraskevi Malea & Theodoros Kevrekidis

PLANO DE AULA 1.	
Requisitos de habitat das ervas marinhas - Fatores ambientais	116
PLANO DE AULA 2.	
Pradarias de ervas marinhas	128
PLANO DE AULA 3.	
Pradarias de ervas marinhas nas águas costeiras da Europa	139
PLANO DE AULAS 4, 5 & 6.	
Amostragem de campos de ervas marinhas	152
PLANO DE AULAS 7, 8 & 9.	
Processamento e análise laboratorial de ervas marinhas	160
PLANO DE AULAS 10, 11 & 12.	
Estudo laboratorial de <i>Posidonia oceanica</i>	172

B4 MÓDULO TEMÁTICO 4:

As ervas marinhas suportam uma grande diversidade de vida

Ana Alexandre

PLANO DE AULA 1.	
As ervas marinhas são importantes produtores primários	190
PLANO DE AULA 2.	
As ervas marinhas fornecem alimento para outros organismos	195
PLANO DE AULA 3.	
As ervas marinhas fornecem habitat para outros organismos	200
PLANO DE AULA 4.	
Interações tróficas com outros ecossistemas marinhos	205

B5 MÓDULO TEMÁTICO 5:

As ervas marinhas estabilizam o fundo marinho, melhoram a qualidade da água e armazenam carbono

Ana Alexandre

PLANO DE AULA 1.	
Prados de ervas marinhas estabilizam sedimentos	211
PLANO DE AULA 2.	
As ervas marinhas são filtros para nutrientes	216
PLANO DE AULA 3.	
As ervas marinhas melhoram a qualidade da água	221
PLANO DE AULA 4.	
As ervas marinhas capturam e armazenam carbono	228

B6 MÓDULO TEMÁTICO 6:

As ervas marinhas e os humanos estão intrinsecamente interligados

Damla Kiral, Anna Nicolaou, Merve Buba

PLANO DE AULA 1.

Ervas marinhas como guarda-costas costeiros 235

PLANO DE AULA 2.

Da Terra ao Mar – Como o Excesso de Nutrientes Afeta as Ervas Marinhas 245

PLANO DE AULA 3.

Somos Guardiões das Ervas Marinhas 256

B7 MÓDULO TEMÁTICO 7:

As ervas marinhas estão em grande parte inexploradas

Damla Kiral, Anna Nicolaou, Merve Buba

PLANO DE AULA 1.

Equipas de Ciência de Ervas Marinhas & Tecnologia Oceânica 267

INTRODUÇÃO

Theodora Boubonari

Universidade Democritus da Trácia, Grécia

As pradarias de ervas marinhas são ecossistemas altamente produtivos e biodiversificados que prestam serviços importantes como armazenamento de carbono, proteção costeira e habitat para espécies marinhas. Apesar do seu valor ecológico, estão a diminuir rapidamente devido à atividade humana e às alterações climáticas. Desenvolver a literacia das ervas marinhas desde cedo é essencial, pois os alunos do ensino básico estão especialmente recetivos ao desenvolvimento da consciência ambiental e à valorização da conservação oceânica. Introduzir a educação sobre ervas marinhas nas escolas primárias ajuda os alunos a desenvolver compreensão científica, pensamento crítico e responsabilidade ambiental.

O projeto SEAQUEST Erasmus+ (Educação e Consciencialização sobre Ervas Marinhas através de Soluções e Ferramentas de Qualidade) visa aumentar a consciencialização sobre ervas marinhas no ensino primário em toda a Europa. O projeto reúne educadores e especialistas marinhos para desenvolver recursos edu-

acionais, a formação de formar professores e ferramentas digitais de aprendizagem que tornem os ecossistemas de ervas marinhas acessíveis e envolventes para os mais jovens. O SEAQUEST apoia objetivos mais amplos de sustentabilidade e literacia oceânica, incentivando a compreensão e conservação dos ecossistemas marinhos.

Para apoiar os professores, o SEAQUEST desenvolveu um Kit de Ferramentas Educacionais composto por três componentes principais: o Currículo SEAQUEST para Professores, o Guia SEAQUEST de Atividades Educativas para Professores e um jogo digital interativo. Em conjunto, estes recursos fornecem objetos de aprendizagem, planos de aula, atividades em sala de aula e de campo, e experiências interativas que apoiam uma educação eficiente e envolvente sobre ervas marinhas. O kit de ferramentas foi concebido com base em investigação que identificou a necessidade de materiais de educação marinha adequados à idade e cientificamente precisos.

O Guia de Atividades Educativas para Professores consiste no seguinte:

- a. uma visão geral do propósito e objetivos,
- b. as abordagens pedagógicas subjacentes aos planos de aula,
- c. as principais competências que os estudantes irão desenvolver, incluindo competências científicas, ambientais, digitais e sociais,
- d. estratégias e ferramentas de avaliação que captam a aprendizagem dos alunos em todas as áreas de competência,
- e. um Guia para Professores: Como Usar os Planos de Aulas de Ervas Marinhas, fornecendo aconselhamento sobre preparação,

adaptação, implementação e avaliação, permitindo que professores com diferentes níveis de experiência utilizem os materiais de forma eficaz,

- f. A secção principal do guia contém planos de aula detalhados que vão progressivamente desenvolvendo a compreensão dos alunos, desde a identificação de ervas marinhas e ecologia até investigação de campo e laboratório. Cada aula inclui objetivos de aprendizagem, materiais, atividades, métodos de avaliação e sugestões para diferenciação, criando um recurso coerente e acessível para promover a literacia em ervas marinhas e a gestão oceânica.

A. QUADRO PEDAGÓGICO E ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR

Theodora Boubonari

Universidade Democritus da Trácia, Grécia

A1. PROPÓSITO E OBJETIVOS



OBJETIVO GERAL

O projeto SEAQUEST visa melhorar a literacia sobre ervas marinhas entre alunos do ensino básico em toda a Europa, desenvolvendo cidadãos oceânicos que compreendem o papel crucial dos ecossistemas de ervas marinhas na conservação da biodiversidade marinha, regulação climática e sustentabilidade ambiental global. O currículo visa fomentar uma gestão ambiental alinhada com iniciativas internas de conservação, fortalecendo a capacidade dos estudantes para se tornarem defensores informados e parceiros de apoio em esforços de proteção e restauro de ervas marinhas. Através de uma educação abrangente sobre ervas marinhas, os alunos desenvolverão o conhecimento, as competências e os valores necessários para contribuir para a conservação dos ecossistemas marinhos, ao mesmo tempo que reconhecem as ervas marinhas como componentes fundamentais de sistemas oceânicos saudáveis que apoiam tanto a vida marinha como o bem-estar humano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Objetivos de Conhecimento

Os alunos devem ser capazes de:

- **Compreensão Ecológica:** demonstrar conhecimento abrangente da estrutura, função e biodiversidade do ecossistema de ervas marinhas
- **Interconecções Ambientais:** analisar as relações entre pradarias de ervas marinhas e ecossistemas marinhos e terrestres mais amplos
- **Consciencialização para a Conservação:** identificar as ameaças atuais aos habitats de pradarias marinhas e avaliar estratégias de conservação dentro de uma perspetiva mais ampla de desafios ambientais globais e soluções

OBJETIVOS DE COMPETÊNCIAS

Os alunos devem ser capazes de:

- Inquirição Científico: desenhar e realizar investigações usando a metodologia científica para estudar ecossistemas de ervas marinhas
- Análise Crítica: avaliar dados ambientais e resultados de investigação para tirar conclusões baseadas na evidência
- Comunicação: comunicar eficazmente conceitos científicos e mensagens de conservação às suas escolas e à comunidade local
- Literacia Digital: utilizar recursos digitais para investigação ambiental e apresentação

ATITUDES E VALORES

Os alunos devem ser capazes de:

- Gestão Ambiental: desenvolver a responsabilidade individual para proteção dos ecossistemas marinhos
- Cidadania Global: demonstrar a compreensão do seu papel na resolução de desafios ambientais globais
- Ação Colaborativa: envolver-se em ações ambientais coletivas e ações de conservação no seio da comunidade

A2.

ABORDAGENS PEDAGÓGICAS



Os planos de aula empregam princípios construtivistas onde os alunos constroem conhecimento através de experiências práticas, ligando novos conceitos de ervas marinhas à sua compreensão existente dos ecossistemas e das ciências ambientais. As abordagens seguintes reconhecem que a aprendizagem significativa ocorre quando os alunos constroem a sua própria compreensão através da interação com o seu ambiente e contextos sociais.

APRENDIZAGEM BASEADA NA INVESTIGAÇÃO

Os alunos participam em investigações científicas reais, formulam hipóteses sobre ecossistemas de ervas marinhas, recolhem e analisam dados, e retiram conclusões baseadas em evidências. Esta abordagem espelha processos reais de investigação científica e desenvolve competências de pensamento crítico, promovendo ao mesmo tempo uma compreensão conceptual profunda.

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP)

Os desafios reais de conservação de ervas marinhas servem como base para experiências de aprendizagem. Os alunos trabalham em colaboração para resolver problemas de desenvolvimento, como desenhar planos de restauro ou desenvolver campanhas de sensibilização comunitária. A investigação demonstra que a ABP aumenta o envolvimento dos alunos e desenvolve competências do século XXI.

APRENDIZAGEM EXPERIENCIAL

O envolvimento direto com ambientes de ervas marinhas através de trabalho de campo, investigações laboratoriais e experiências de realidade virtual proporciona oportunidades concretas de aprendizagem que apoiam o desenvolvimento de conceitos abstratos. Esta abordagem prática é particularmente eficaz para a educação ambiental e a aprendizagem científica.

APRENDIZAGEM COOPERATIVA

Atividades de grupo estruturadas promovem a interação entre pares, a responsabilidade partilhada e a construção colaborativa de conhecimento. Os alunos trabalham em equipas diversas para explorar diferentes aspetos dos ecossistemas de ervas marinhas, o que a investigação mostra melhorar tanto o desempenho académico como as competências sociais.

APRENDIZAGEM MELHORADA POR TECNOLOGIA

A integração de ferramentas digitais, jogos interativos e experiências de realidade virtual proporcionam oportunidades de aprendizagem multimédia envolventes que acomodam diferentes estilos e preferências de aprendizagem. A investigação contemporânea apoia a eficiência das tecnologias imersivas na educação ambiental.

A3. COMPETÊNCIAS



O Guia SEAQUEST de Atividades Educativas para Professores desenvolve uma gama abrangente de competências que permitem aos alunos tornarem-se eficazes guardiões ambientais e cidadãos cientificamente instruídos. Estas competências integram conhecimentos, habilidades e atitudes em múltiplos domínios, garantindo que os alunos desenvolvem tanto as competências técnicas para estudar ecossistemas de ervas marinhas como as competências comunicativas para defender a sua proteção.

COMPETÊNCIAS EM LITERACIA CIENTÍFICA

- Observar e registar sistematicamente as características do ecossistema das ervas marinhas
- Identificar de espécies-chave
- Documentar alterações nos habitats de ervas marinhas ao longo do tempo
- Usar ferramentas e instrumentos científicos para recolha de dados
- Recolher, organizar e analisar dados ambientais quantitativos e qualitativos
- Criar gráficos, diagramas e representações visuais das descobertas
- Identificar padrões e tendências nos dados dos ecossistemas de ervas marinhas
- Tirar conclusões baseadas em evidências a partir dos resultados da pesquisa
- Apresentar os resultados da investigação utilizando vocabulário científico apropriado
- Criar relatórios, apresentações e exposições
- Comunicar mensagens de conservação eficazmente

COMPETÊNCIAS DE LITERACIA AMBIENTAL

- Compreender conexões dentro dos ecossistemas de ervas marinhas
- Analisar relações entre atividades humanas e impactos ambientais
- Identificar desafios ambientais que afetam habitats de ervas marinhas
- Compreender os princípios da gestão sustentável
- Avaliar práticas humanas que afetam ecossistemas de ervas marinhas

COMPETÊNCIAS DIGITAIS

- Utilizar bases de dados digitais e ferramentas de investigação eficazmente
- Utilizar ferramentas digitais para recolha de dados, análise e apresentação
- Colaborar usando plataformas online e ferramentas de comunicação

COMPETÊNCIAS SOCIAIS E CÍVICAS

- Trabalhar eficazmente em grupos de projetos ambientais
- Partilhar responsabilidades e contribuir para objetivos coletivos
- Resolver conflitos de forma construtiva durante atividades de grupo
- Apoiar e incentivar a aprendizagem entre pares
- Motivar outros para se envolver em atividades de gestão
- Defender a proteção do ecossistema de ervas marinhas

A4.

ESTRATÉGIAS E FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO



Os planos de aula utilizam estratégias diversas e autênticas que captam a aprendizagem dos alunos em todas as áreas de competência. Estas abordagens de avaliação incorporam tanto medidas académicas tradicionais como avaliações inovadoras baseadas no desempenho que refletem práticas reais de conservação.

- Desafios da Identificação de Espécies: Avaliações práticas da capacidade dos alunos para identificar e descrever espécies de ervas marinhas e organismos associados
- Aquisição de Dados Ambientais: Avaliação das competências dos alunos na utilização de instrumentos científicos e na recolha de dados ambientais precisos
- Bilhetes de Saída: Respostas breves no final das aulas para avaliar a compreensão imediata e a identidade equivocada
- Questionários Digitais: Avaliação em tempo real utilizando plataformas tecnológicas educacionais para avaliar a compreensão e ajustar o ensino
- Testes de Conhecimento: Avaliações estruturadas que abrangem informações factuais sobre biologia, ecologia e conservação das ervas marinhas
- Sessões de Opinião entre Pares: Oportunidades estruturadas para os alunos darem opinião construtiva sobre o trabalho e ideias uns dos outros
- Mapeamento de Conceitos: Representações visuais da compreensão dos alunos que mostram relações entre conceitos de ervas marinhas
- Narrativa: Os alunos criam apresentações combinando conteúdos científicos com relatos pessoais sobre conservação de ervas marinhas
- Cenários de Desempenho de Papéis: Os alunos assumem papéis de diferentes partes interessadas nos debates de conservação sobre ervas marinhas
- Apresentações à Comunidade: Apresentações públicas onde os estudantes partilham o seu conhecimento e recomendações sobre conservação com membros comunitários
- Desenvolvimento de Portefólio Digital: Coleção abrangente do trabalho dos estudantes que demonstra crescimento e sucesso em várias áreas de competência
- Rubricas e Critérios de Avaliação: As rubricas de avaliação abordam múltiplas dimensões do desempenho dos alunos no que diz respeito ao rigor científico, pensamento crítico, comunicação e colaboração

A5.

GUIA PARA PROFESSORES: COMO USAR OS PLANOS DE AULA DE ERVAS MARINHAS



Cada plano de aula segue uma estrutura consistente baseada no Modelo de Instrução 5E (Envolvimento, Exploração, Explicação, Elaboração, Avaliação), garantindo que os alunos conseguem construir conhecimento através de descoberta guiada e investigações científicas. O guia seguinte irá ajudá-lo a compreender a estrutura do plano de aula e a fazer o melhor uso destes materiais na sua sala de aula.

RESUMO DA AULA

Esta secção inicial fornece um resumo conciso do propósito, âmbito e abordagem da aula.

Como usá-lo: Leia isto primeiro para perceber rapidamente a intenção da aula e perceber como ela se encaixa na sua sequência de ensino.

OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM

Os objetivos de aprendizagem estão organizados em três categorias:

Objetivos de Conhecimento

Conhecimentos factuais e conceptuais que os alunos devem adquirir (usando verbos como: Definir, Identificar, Explicar, Descrever, Reconhecer).

Objetivos de Competências

Competências científicas e analíticas que os alunos desenvolverão (usando verbos como: Comparar, Analisar, Criar, Avaliar, Medir).

Atitudes e Valores

Atitudes e valores que os alunos devem demonstrar (usando verbos como: Apreciar, Valorizar, Demonstrar, Mostrar).

Como usá-los: Partilhe estes objetivos com os alunos no início da aula numa linguagem amigável (“No final da aula de hoje, vocês serão capazes de..”). Volte a consultá-los durante a aula para manter o foco e orientar a avaliação.

COMPETÊNCIAS ABORDADAS

Esta secção identifica as competências-chave desenvolvidas ao longo da aula em quatro domínios: **Literacia Científica, Literacia Ambiental, Competências Digitais e Competências Sociais e Cívicas**. Embora não precise de ensinar explicitamente “competências”, estar consciente delas ajuda-o a facilitar as atividades que desenvolvem essas competências de forma holística.

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

Lista todos os itens essenciais para conduzir a aula com sucesso.

Materiais Opcionais/Melhorados

Sugere recursos adicionais que podem enriquecer a experiência da aula.

Como usá-los: Leia esta secção com bastante antecedência para garantir que tem todos os materiais necessários. Os materiais opcionais podem aumentar o envolvimento, mas não são essenciais para alcançar os objetivos de aprendizagem.

ESTRUTURA DAS AULAS E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Capte o interesse dos alunos, perceba o conhecimento prévio e introduza as perguntas centrais da aula. Comece com energia e curiosidade usando as perguntas sugeridas.

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Permita que os alunos explorem conceitos através de atividades práticas antes da instrução formal. Afaste-se e deixe os alunos liderarem a sua própria descoberta. Resista a explicar muita coisa demasiado cedo.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Introduza terminologias e conceitos científicos. Desenvolva o que os alunos observaram na Fase 2. Forneça explicações claras usando imagens e verificações de compreensão frequentes.

FASE 4: ELABORAÇÃO

Alargue e aplique novos conhecimentos a novas situações ou problemas. Desafie os alunos a usar o que aprenderam em novos contextos, revelando o quão bem conseguem transferir compreensão.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Avalie a aprendizagem dos alunos através de uma avaliação individual breve. Use isto tanto como avaliação formativa (para informação sobre a sua próxima aula) como encerramento.

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa

Monitorização contínua ao longo da aula usando observação, questionários e monitorização de trabalho em grupo. Ajuste o ensino tempo real com base na compreensão dos alunos.

Avaliação Sumativa

Avaliação no final da aula (normalmente Bilhete de Saída) com critérios de avaliação.

CRITÉRIOS DE SUCESSO (PARA ALUNOS)

“Eu consigo..” Afirmações em linguagem fácil para os estudantes. Pode partilhar isto no início para que os estudantes saibam para o que estão a trabalhar. Revisite no final para autoavaliação. A Autoavaliação através dos Critérios de Sucesso capacita os alunos a monitorizar a sua própria aprendizagem.

ADAPTAR OS PLANOS DE AULAS AO SEU CONTEXTO

Embora estas aulas tenham sido cuidadosamente desenhadas, o professor é quem conhece melhor os seus alunos. Sinta-se à vontade para adaptar as lições ao seu contexto local substituindo exemplos de espécies locais, ajustando os tempos, modificando atividades com base nos recursos disponíveis, diferenciando o ensino, alargando as lições a sessões múltiplas, conectando questões locais, ou convidando oradores, como biólogos marinhos ou conservacionistas.

Os planos de aula constroem-se logicamente uns sobre os outros. No entanto, pode escolher uma ordem diferente com base nos recursos disponíveis, interesse dos alunos, a integração dos currículos ou questões sazonais (por exemplo, para amostragem de campo).

Esperamos que estas aulas inspirem curiosidade sobre as ervas marinhas, fomentem o pensamento científico e cultivem a responsabilidade ambiental nos seus alunos.

A6.

LEITURA ADICIONAL

Etherington, M. B. (2011). Investigative primary science: A problem-based learning approach. *Australian Journal of Teacher Education (Online)*, 36(9), 53-74.

Hartmeyer, R., Stevenson, M. P., & Bentsen, P. (2018). A systematic review of concept mapping-based Avaliação Formativa processes in primary and secondary science education. *AVALIAÇÃO in Education: Principles, Policy & Practice*, 25(6), 598-619.

Shepardson, D. P., & Britsch, S. J. (2001). Tools for assessing and teaching science in elementary and middle school. In *AVALIAÇÃO in science: A guide to professional development and classroom practice* (pp. 119-147). Dordrecht: Springer Netherlands.

Suastra, I. W., Suarni, N. K., & Dharma, K. S. (2019). The effect of Problem Based Learning (PBL) model on elementary school students' science higher order thinking skill and learning autonomy. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1318, No. 1, p. 012084). IOP Publishing.

Suduc, A. M., Bizoi, M., & Gorghiu, G. (2015). Inquiry based science learning in primary education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 205, 474-479.

Susiloningsih, E., Sumantri, M. S., & Marini, A. (2023). Experiential learning model in science learning: systematic literature review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 550-557.

Tay, L. Y., Melwani, M., Ong, J. L., & Ng, K. R. (2017). A case study of designing technology-enhanced learning in an elementary school in Singapore. *Learning: Research and Practice*, 3(2), 98-113.

Thurston, A., Topping, K. J., Tolmie, A., Christie, D., Karagiannidou, E., & Murray, P. (2010). Cooperative Learning in Science: Follow-up from primary to high school. *International Journal of Science Education*, 32(4), 501-522.

Vesterinen, M., & Ratinen, I. (2024). Sustainability competences in primary school education—a systematic literature review. *Environmental Education Research*, 30(1), 56-67.

Vieira, R. M., & Tenreiro-Vieira, C. (2016). Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of science and mathematics education*, 14(4), 659-680.

B.

PLANOS DE AULA

B1.

MÓDULO TEMÁTICO 1: O OCEANO SUPORTA UMA GRANDE DIVERSIDADE DE VIDA E ECOSSISTEMAS

Dominika Wojcieszek

Associação Europeia de Educadores em Ciências Marinhas, Bélgica



PLANO DE AULA 1. DIVERSIDADE DA VIDA NO OCEANO - PLÂNCTON

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula apresenta aos alunos o plâncton como um dos três principais grupos de organismos marinhos, com base na forma como se movem e onde vivem no oceano. Baseando-se na compreensão geral dos alunos sobre a vida oceânica, esta aula foca-se nos pequenos organismos, muitas vezes microscópicos, que flutuam na coluna de água e não conseguem nadar facilmente contra as correntes oceânicas – o plâncton. Através de discussão, exploração visual e de uma surpreendente conexão com objetos do cotidiano na sala de aula, os alunos descobrirão que o plâncton, apesar de ser majoritariamente invisível a olho nu, desempenha um papel enorme no oceano e no nosso planeta. A aula enfatiza as competências de observação, o desenvolvimento do vocabulário científico e a apreciação pela importância descomunal da vida microscópica.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Definir o plâncton como organismos que flutuam livremente e que não conseguem nadar contra as correntes de água
- Distinguir entre os três principais grupos de plâncton: fitoplâncton, zooplâncton e bacterioplâncton
- Explicar que o fitoplâncton são organismos fotossintéticos que formam a base das cadeias alimentares marinhas
- Explicar que o giz e as principais estruturas geológicas, como as Falésias Brancas de Dover, são rochas sedimentares formadas a partir dos restos esqueléticos acumulados de cocolitóforos ao longo de milhões de anos

Nota para o Professor:

Os cocolitóforos são organismos unicelulares e autotróficos pertencentes ao fitoplâncton marinho que, durante certas fases do seu ciclo de vida, são capazes de produzir placas de carbonato de cálcio chamadas cocolitos, que cobrem a célula numa estrutura chamada cocsfera

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Observar e descrever as características dos organismos planctônicos usando imagens e fotografias de microscopia
- Usar o vocabulário científico com precisão ao descrever o plâncton e os seus grupos
- Colocar o plâncton corretamente ao longo da coluna de água
- Comparar fitoplâncton e zooplâncton com base nas suas características que os definem

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Demonstrar curiosidade sobre a vida marinha microscópica e o seu papel no oceano
- Apreciar a importância de organismos invisíveis a olho nu

COMPETÊNCIAS-CHAVE

Competências em Literacia Científica:

- Observação sistemática e descrição de organismos planctónicos a partir de imagens e fotografias de microscopia
- Utilização de vocabulário científico apropriado (plâncton, fitoplâncton, zooplâncton, bacterioplâncton, cocolitóforo, cocolito, carbonato de cálcio, fotossíntese)
- Criação de representações visuais da coluna de água com organismos corretamente colocados

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender que os organismos microscópicos desempenham um papel fundamental nos ecossistemas oceânicos e na Terra como um todo
- Reconhecer a conexão entre a vida marinha antiga e as estruturas geológicas atuais e objetos do quotidiano

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalho colaborativo durante atividades em pares e de grupo
- Partilha de observações e contribuição para a compreensão coletiva

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Imagens da superfície do oceano e de águas abertas
- Imagens microscópicas de fitoplâncton e zooplâncton, incluindo cocolitóforos e os seus cocolitos
- Imagens das Falésias Brancas de Dover
- Um pedaço de giz (real ou em foto)
- Folhas A4 limpas (uma por par de alunos)
- Lápis/marcadores de cor
- Folhas de Bilhetes de Saída (uma por aluno)
- Cartões/cartazes mostrando o vocabulário-chave (plâncton, fitoplâncton, zooplâncton, bacterioplâncton, cocolitóforo, cocolito)
- Opcional: Vídeo curto de plâncton sob um microscópio; imagens de manchas de cocolitóforos visíveis a partir de imagens de satélite

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “O que se esconde no oceano?”

- Mostre imagens da superfície do oceano aberto – água calma, azul, aparentemente vazia.
- Pergunte aos alunos: o que acham que vive nesta água? Conseguem ver alguma coisa? Isto significa que não há nada ali?
- Revele que o oceano está cheio de organismos vivos tão pequenos que são invisíveis a olho nu. Pergunte: conseguem pensar noutras coisas que não conseguimos ver e que sejam muito importantes? Oriente os alunos para exemplos como bactérias ou ácaros, e depois traga o foco de volta para o oceano.
- Termine com uma pergunta de ligação: se estes organismos são tão pequenos que não os conseguimos ver, como acham que os cientistas os estudam? Vamos ver o que eles descobriram!

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade: “Minúsculo, mas Poderoso”

- Exiba imagens microscópicas de uma variedade de fitoplâncton e zooplâncton lado a lado. Pergunte aos alunos: o que é que vocês veem? Parecem plantas ou animais – ou nenhum dos dois? Conseguem identificar alguma diferença entre eles? **(Use a Figura 1.2, do Currículo SEAQUEST para Professores, página 46).**

- Trabalhando em pares, os alunos recebem uma folha A4 limpa e lápis de cor. Desenharam uma secção transversal no oceano, marcando a superfície, a coluna de água e o fundo do mar. Pergunte-lhes: onde acham que o fitoplâncton e o zooplâncton vivem – perto da superfície, em águas profundas ou no fundo? Os alunos marcam a sua hipótese no desenho.
- Reúna a turma para partilhar as suas hipóteses e raciocínios antes de avançar para a explicação.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Apresentação Interativa Liderada pelo Professor:

Utilizando recursos visuais (apresentação digital ou cartaz), explique o seguinte enquanto os alunos acompanham e atualizam os seus desenhos da coluna de água da Fase 2.

1. O que é o plâncton?

- Organismos que flutuam livremente e que vivem na coluna de água
- Não conseguem nadar contra as correntes de água – flutuam com elas
- Encontra-se principalmente perto da superfície na zona fótica, onde há luz disponível
- Apesar de ser minúsculo, o plâncton constitui a maior parte da biomassa do oceano

2. Os três grupos de plâncton:

- **Fitoplâncton:** órgãos fotossintéticos, semelhantes às plantas do oceano; produzem oxigénio e formam a base da cadeia trófica marinha
- **Zooplâncton:** pequenos animais que se alimentam de fitoplâncton, outro zooplâncton ou material orgânico em decomposição
- **Bacterioplâncton:** bactérias e archaea bactérias; desempenham um papel fundamental na degradação da matéria orgânica e no ciclo de nutrientes

3. Por que o plâncton é importante:

- O fitoplâncton produz mais de metade do oxigénio que respiramos
- O plâncton é a base de quase todas as cadeias alimentares marinhas – sem ele, animais maiores, incluindo peixes e baleias, não poderiam sobreviver

Atividade: “Onde vive o Plâncton?”

- Usando os cartazes com o vocabulário palavras (plâncton, fitoplâncton, zooplâncton, bacterioplâncton, coluna de água, superfície), os alunos identificam e registam na sua coluna de água da Fase 2, corrigindo quaisquer erros anteriores, se necessário.
- O Professor circula, fazendo perguntas investigativas:
 - “Por que acham que o fitoplâncton vive perto da superfície?”

- “O que aconteceria ao zooplâncton se todo o fitoplâncton desaparecesse?”
- “O plâncton pode escolher para onde vai?”

Verificar a Compreensão: Teste verbal rápido

- “O plâncton consegue nadar contra a corrente?”
- “Qual é a diferença entre fitoplâncton e zooplâncton?”
- “Onde na coluna de água, perto da superfície ou em águas profundas, encontramos mais plâncton – e porquê?”

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: “Do Oceano às Falésias”

- Segure um pedaço de giz (real ou em fotografia) e pergunte aos alunos: sabem o que é isto? Sabem do que é feito? De onde acham que vem?
- Mostre uma imagem das Falésias Brancas de Dover. Pergunte: alguém já viu isto? De que acham que são feitos? Como é que algo tão enorme poderia ter-se formado?
- Explique que o giz se forma quase inteiramente a partir dos restos de cocolitóforos – um tipo de fitoplâncton que produz placas de carbonato de cálcio chamadas cocolitos. Quando os cocolitóforos morrem, os seus cocolitos afundam-se lentamente no fundo do mar e acumulam-se ao longo de milhões de anos, formando eventualmente camadas espessas de rocha.

- Exiba imagens microscópicas dos cocolitóforos e dos seus cocolitos ao lado da imagem das Falésias Brancas de Dover. Pergunte: o que é que isto nos diz sobre quanto fitoplâncton deve ter vivido e morrido no oceano ao longo de milhões de anos para construir estruturas tão grandes?
- Partilhe com os alunos: o giz que os professores usavam nos quadros foi formado por fitoplâncton em oceanos antigos. Hoje em dia, a maioria das salas de aula usa giz sintético ou marcadores de quadro branco, mas a ligação entre o plâncton e o nosso mundo quotidiano mantém-se. O fundo do oceano acumula cocolitos todos os dias.
- Termine com um reflexo: se algo tão pequeno e invisível como o fitoplâncton pode construir penhascos e encher salas de aula de giz, o que é que isso nos diz sobre a sua importância?

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Bilhete de Saída

Os alunos completam um bilhete de saída rápida com três componentes:

- **Desenhar e rotular:** Uma simples secção transversal do oceano mostrando onde o plâncton pode ser encontrado, com pelo menos um exemplo de fitoplâncton e um exemplo de zooplâncton
- **Explicar:** Escreva uma frase explicando porque é que o fitoplâncton é importante para a vida no oceano
- **Refletir:** Uma coisa que achei muito interessante hoje foi..

O Professor recolhe bilhetes de saída para avaliar:

- Rigor na nomenclatura e sua correta colocação
- Compreensão do papel do fitoplâncton no ecossistema marinho
- Níveis de envolvimento e curiosidade

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Os alunos colocam corretamente o plâncton na coluna de água
- Os estudantes distinguem entre fitoplâncton e zooplâncton
- Os alunos utilizam vocabulário científico de forma adequada
- Os alunos participam ativamente em sessões de discussão e colaboram eficazmente em pares

2. Questionando:

- Questões direcionadas durante a fase de exploração para verificar a compreensão
- Questões intrigantes para estimular uma reflexão mais profunda sobre o papel e a importância do plâncton

3. Avaliação por Pares:

- Verificação do parceiro durante a atividade de desenho da coluna de água na Fase 2

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

4. Critérios de Avaliação do Bilhete de Saída:

- **Rigor científico:** Desenho da coluna de água corretamente rotulado com vocabulário adequado
- **Compreensão:** A explicação demonstra compreensão do papel do fitoplâncton no oceano
- **Envolvimento:** reflexão ponderada demonstrando curiosidade sobre a vida marinha microscópica

Critérios de Sucesso para os Estudantes:

- Eu consigo explicar o que é o plâncton e porque não consegue nadar contra a corrente
- Eu consigo nomear e descrever os três grupos de plâncton
- Eu consigo explicar porque é que o fitoplâncton é importante para a vida no oceano e em terra
- Eu consigo descrever como as Falésias Brancas de Dover e o giz das salas de aula estão ligados ao antigo plâncton

PLANO DE AULA 2. DIVERSIDADE DA VIDA NO OCEANO - BENTOS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula apresenta aos alunos o bentos como o segundo dos três grandes grupos de organismos marinhos, baseado na forma como se movem e onde vivem no oceano. Com base no conhecimento dos alunos sobre plâncton da aula anterior, esta aula foca a atenção no fundo do mar – um ambiente vasto e variado que alberga uma gama extraordinária de organismos. Através de observação, discussões e atividades práticas, os alunos irão explorar o que vive sobre, dentro e perto do fundo do mar, como os organismos bentônicos são classificados pelo tamanho e como os ciclos de vida de alguns animais podem abranger mais do que um grupo de estilo de vida. A aula enfatiza as competências de observação, o desenvolvimento do vocabulário científico e uma aprendizagem da complexidade da vida no fundo do oceano.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Definir bentos como organismos que vivem sobre, dentro ou perto do fundo do mar
- Distinguir entre organismos bentônicos sésseis e móveis e apresentar exemplos de cada um
- Identificar as três subdivisões do bentos baseadas no tamanho: megabentos, macrobentos e meiobentos
- Explicar que o bentos inclui animais, plantas e microrganismos
- Descrever como os ciclos de vida de alguns animais, como caranguejos e águas-vivas, podem abranger mais do que um grupo de estilo de vida.

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Observar e descrever sistematicamente as características dos organismos bentônicos usando imagens
- Usar o vocabulário científico com rigor ao descrever o bentos e as suas subdivisões
- Classificar organismos bentônicos como sésseis ou móveis com base nas suas características
- Ligar o conhecimento do plâncton da aula anterior aos ciclos de vida dos organismos bentônicos

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Demonstrar curiosidade sobre a vida no fundo do mar e a variedade de organismos que lá se encontram
- Mostrar apreciação pela interligação dos grupos de estilo de vida ao longo do ciclo de vida de um organismo

COMPETÊNCIAS-CHAVE

Competências em Literacia Científica:

- Observação sistemática e classificação de organismos bentônicos a partir de imagens
- Utilização de vocabulário científico apropriado (bentos, sésil, móvel, megabentos, macrobentos, meiobentos, substrato, larva)
- Criação de representações visuais do fundo do mar com organismos corretamente classificados

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender que o fundo do mar é um ambiente diverso e produz uma grande variedade de formas de vida
- Reconhecer que os grupos de estilo de vida nem sempre são fixos – alguns organismos deslocam-se entre diferentes grupos de estilo de vida ao longo das suas vidas

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalho colaborativo durante atividades em grupo
- Partilha de observações, raciocínio e contribuição para a compreensão coletiva

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Imagens de vários ambientes bentónicos – fundo arenoso do mar, costa rochosa, recife de coral, pradaria de ervas marinhas
- Imagens de uma variedade de organismos bentónicos – corais, cracas, caranguejos, ervas marinhas, minhocas, estrelas-do-mar, bivalves, esponjas
- Imagens e diagramas simples do ciclo de vida de um caranguejo e de uma água-viva
- Folhas A4 ou A3 (uma por par de estudantes)
- Lápis/marcadores de cor
- Cola
- Cartões de classificação com imagens ou nomes de organismos bentónicos (sésil vs. móvel)
- Folhas de Bilhetes de Saída (uma por aluno)
- Cartões/cartazes de palavras que mostram vocabulário-chave (bentos, sésil, móvel, megabentos, macrobentos, meiobentos, substrato, larva)
- Opcional: vídeos de ambientes do fundo do mar; imagens de microscopia dos organismos meiobentónicos

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “O que Vive no Fundo?”

- Lembre brevemente os alunos do que aprenderam na aula anterior: o plâncton flutua na coluna de água e não consegue nadar contra as correntes. Pergunte: se o plâncton vive na coluna de água, o que achas que vive no fundo do oceano?
- Exiba imagens impactantes de ambientes do fundo do mar – um fundo arenoso, uma costa rochosa coberta de cracas e mexilhões, um recife de coral e uma pradaria de ervas marinhas. Pergunte: o que é que notam? Alguma coisa vos surpreende? O fundo parece igual em todo o lado? **(Utilize as Figuras 1.8, 1.9, 1.10, 1.11, 1.12, 1.13, 1.14, -do Currículo SEA-QUEST para Professores, páginas 51-54).**
- Incentive os alunos a partilhar que organismos conseguem identificar nas imagens. Pergunte: estes organismos parecem estar a mover-se ou a mantêm-se imóveis? Parecem estar fixos a algo ou livres para se moverem?
- Termine com uma pergunta de ligação: o que significaria para um organismo passar toda a sua vida confinado a um só ponto no fundo do mar – como se alimentaria, como sobreviveria?

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade: “Preso ou livre?”

- Forneça aos alunos um conjunto de imagens de vários organismos bentónicos – corais, cracas, caranguejos, ervas marinhas, estrelas-do-mar, vermes tubulares, mexilhões, esponjas e pepinos-do-mar. **(Utilize as Figuras 1.1, 1.4, 1.5, 1.6, do Currículo SEA-QUEST para Professores, páginas 45-49).**
- Trabalhando em pares, os alunos organizam os organismos em dois grupos na sua folha A4/A3: aqueles que parecem fixos a uma superfície e não conseguem mover-se livremente, e aqueles que parecem capazes de se mover.
- Discussão em aula: que organismos colocaram em cada grupo? Algum foi difícil de classificar? Porquê? Oriente os alunos para os termos sésil (permanentemente fixo) e móvel (capaz de se mover), sem os apresentar formalmente ainda.
- Pergunte: acha que ambos os grupos contam como parte do mesmo grupo de estilo de vida – ou são demasiado diferentes?

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Apresentação Interativa Liderada pelo Professor:

Utilizando recursos visuais (apresentação digital ou cartazes), explique o seguinte enquanto os alunos acompanham e colam as imagens à folha para criar um diagrama simulado de vários organismos bentônicos.

1. O que é o bentos?

- Organismos que vivem no, dentro ou perto do fundo do mar
- Encontra-se em todas as profundidades oceânicas, desde águas costeiras rasas até águas profundas
- Inclui animais, plantas e microrganismos
- Dois tipos principais baseados no movimento:
 - **Séssil:** permanentemente fixos a superfícies, como corais, cracas e esponjas
 - **Móvel:** capaz de se mover ou atravessar o fundo do mar, como caranguejos, estrelas-do-mar e caracóis

2. Subdivisões do bentos baseadas no tamanho:

- **Megabentos:** organismos grandes visíveis a olho nu, como caranguejos, lagostas, ouriços e corais
- **Macrobentos:** organismos mais pequenos visíveis sem ampliação, como vermes, pequenos moluscos e pequenos crustáceos
- **Meiobentos:** organismos muito pequenos que vivem entre grãos de areia e sedimentos,

que requerem ampliação para serem observados, como vermes e crustáceos minúsculos

3. Por que é importante o bentos:

- Os organismos bentônicos desempenham um papel fundamental na decomposição da matéria orgânica e na reciclagem de nutrientes no fundo do mar
- Formam a base de muitas cadeias alimentares costeiras
- Ecossistemas como recifes de coral e pradarias de ervas marinhas são eles próprios construídos e mantidos por organismos bentônicos

Atividade: “Identifica o fundo do mar”

- Usando os diagramas criados pelos alunos na Atividade: “Preso ou Livre?”, mostrando vários organismos bentônicos e bancos de palavras (bentos, sésseis, móveis, megabentos, macrobentos, meiobentos), os alunos identificam os organismos e classificam-nos.
- O professor circula, fazendo perguntas investigativas:
 - “Como é que uma craca se alimenta se não se consegue mexer para encontrar comida?”
 - “Por que poderá ser útil enterrar-se na areia?”
 - “Será que uma planta faz parte do bentos?”

Verificar a Compreensão: Teste verbal rápido

- “Como chamamos a um organismo que está permanentemente ligado a uma superfície?”
- “O bentos pode incluir plantas – porquê ou porquê não?”
- “Qual é a diferença entre megabentos e meiobentos?”

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: “Um Animal, Dois Mundos”

- Pergunte aos alunos: sabemos que o plâncton flutua na coluna de água e que o bentos vive no fundo do mar. Pode um animal pertencer a ambas as formações durante a sua vida?
- Mostre diagramas simples do ciclo de vida de um caranguejo e de uma alforreca. Trabalhando em pequenos grupos de 3-4, os alunos estudam cada ciclo de vida e identificam a que grupo de estilo de vida o animal pertence em cada fase da sua vida.
- Para o caranguejo: os ovos de caranguejo eclodem em larvas, que flutuam na coluna de água como zooplâncton; acabam por se transformar numa fase larval final, quando deixam a coluna de água, se fixam no fundo do mar e mudam para um caranguejo juvenil. Caranguejos juvenis e adultos vivem no fundo do mar como bentos.
- Para a alforreca: a fase larvar é planctónica; a fase de pólipó é bentos sésil, aderido ao fundo do mar; a fase de medusa é uma forma planctónica de natção livre ou flutuante.

- Apresente sugestões para discussão:

- Será que o mesmo animal pode pertencer a mais do que um grupo de estilo de vida ao longo da sua vida?
- O que muda – o animal ou o ambiente?
- Por que poderia ser útil para um animal começar a sua vida como plâncton antes de se fixar no fundo do mar?
- Reúna a turma para partilhar as descobertas. Reforce a ideia de que os grupos de estilo de vida descrevem onde e como um organismo vive num dado momento – e que isso pode mudar à medida que o organismo cresce.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Bilhete de Saída

Os alunos completam um bilhete de saída rápida com três componentes:

- **Desenhar e identificar:** Uma cena simples no fundo do mar mostrando pelo menos três organismos bentónicos, cada um como sésil ou móvel e identificar o seu grupo de tamanho (megabentos, macrobentos ou meiobentos)
- **Explicar:** Escrever uma frase descrevendo como um caranguejo ou uma alforreca pertencem a mais do que um grupo de estilo de vida ao longo da sua vida
- **Refletir:** Uma coisa que achei muito interessante hoje foi..

O Professor recolhe Bilhetes de Saída para avaliar:

- Rigor da identificação e classificação
- Compreensão da distinção entre sésil/móvel e das subdivisões baseadas no tamanho
- Compreensão de como os ciclos de vida podem atravessar grupos de estilo de vida
- Níveis de envolvimento e curiosidade

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Os alunos classificam corretamente os organismos bentónicos como sésseis ou móveis
- Os alunos atribuem corretamente os organismos a subdivisões baseadas no tamanho
- Os alunos utilizam vocabulário científico de forma adequada
- Os alunos participam ativamente em sessões de discussão e colaboram eficazmente em pares e grupos

2. Questionário:

- Questões direcionadas durante a exploração para verificar a compreensão
- Perguntas instigantes para incentivar um pensamento mais profundo sobre a vida no fundo do mar e as conexões entre grupos de estilo de vida

3. Avaliação entre Pares:

- Verificação do parceiro durante a atividade de desenho da coluna de água na Fase 2

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

4. Critérios de Avaliação do Bilhete de Saída:

- **Rigor Científico:** Cena do fundo do mar corretamente identificada com vocabulário apropriado e classificações rigorosas
- **Compreensão:** A explicação demonstra compreensão sobre a forma como os ciclos de vida podem abranger mais do que um grupo de estilo de vida
- **Envolvimento:** Reflexão ponderada mostrando curiosidade sobre a vida bentónica

Critérios de Sucesso para os Estudantes:

- Eu consigo definir bentos e dar pelo menos três exemplos de organismos bentónicos
- Eu consigo explicar a diferença entre bentos sésil e bentos móvel
- Eu posso nomear e descrever brevemente as três subdivisões do bentos baseadas em tamanhos
- Eu posso explicar como é que um caranguejo ou uma alforreca pertence a diferentes grupos de estilo de vida em diferentes fases da sua vida

PLANO DE AULA 3. DIVERSIDADE DA VIDA NO OCEANO - NECTON

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula apresenta aos alunos o necton como o terceiro e último grande grupo de organismos marinhos baseados no estilo de vida. Com base no conhecimento dos alunos sobre plâncton e bentos das duas aulas anteriores, esta aula foca-se nos poderosos e ativos nadadores do oceano – organismos que podem mover-se livremente contra as correntes de água e percorrer vastas distâncias pela coluna de água. Através de discussões, atividades variadas e de uma atividade final com toda a turma que liga os três grupos de estilo de vida, os alunos irão consolidar a sua compreensão de como a vida marinha está organizada e apreciar a notável diversidade de animais que compõem o necton. A aula enfatiza as competências de observação e classificação, o desenvolvimento do vocabulário científico e um sentido de admiração perante a escala e variedade da vida no oceano aberto.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Definir necton como organismos capazes de nadar ativamente contra correntes de água
- Identificar os principais grupos animais encontrados entre os necton: peixes, mamíferos, répteis, aves.
- Explicar que o necton vive principalmente na coluna de água, mas pode usar o fundo do mar para descanso, esconderijo, alimentação e reprodução
- Explicar que as plantas não podem ser necton, pois são incapazes de autolocomoção
- Distinguir necton do plâncton e do bentos e colocar os três grupos de estilo de vida diretamente dentro da coluna de água

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Classificar os organismos marinhos como plâncton, necton ou bentos com base nas características que os definem
- Usar vocabulário científico com rigor ao descrever o necton e compará-lo com os outros dois grupos de estilo de vida
- Colocar a representação correta dos três grupos de estilo de vida dentro da coluna de água
- Justificar a decisão da classificação com base em características observáveis e conhecimento prévio

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Demonstrar curiosidade sobre a diversidade dos animais que compõem o necton
- Mostrar apreciação pelo oceano como um ambiente complexo e em camadas, partilhado por três grupos de estilo de vida diferentes

COMPETÊNCIAS-CHAVE

Competências em Literacia Científica:

- Observação sistemática e classificação dos organismos marinhos nos três grupos de estilo de vida
- Uso de vocabulário científico apropriado (necton, plâncton, bentos, coluna de água, grupo de estilo de vida, locomoção)
- Criar representações visuais da coluna de água com organismos dos três grupos de estilo de vida corretamente posicionados

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender que o oceano está organizado em diferentes grupos de estilo de vida com base no local e como vivem os organismos
- Reconhecer a diversidade e complexidade da vida no oceano aberto

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalho colaborativo durante as atividades de classificação
- Partilha de observações, raciocínio e contribuição para a compreensão coletiva durante as atividades de toda a aula

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Imagens representativas de necton em águas abertas – tubarões, outros peixes, baleias e tartarugas marinhas
- Cartões de Classificação com imagens ou nomes de organismos marinhos dos três grupos de estilo de vida (para Atividades na Fase 2)
- Recortes de vários organismos marinhos dos três grupos de estilo de vida com ímanes para o projeto final do quadro
- Folhas A4 limpas (uma por par de alunos)
- Lápis/marcadores de cor
- Modelos de Bilhetes de Saída (um por aluno)
- Cartões/cartazes de palavras mostrando vocabulário-chave (necton, plâncton, bentos, coluna de água, locomoção, sésil)
- Opcional: Vídeos de grandes animais do necton em mar aberto; Mapas de seguimento por satélite dos movimentos de baleias ou tartarugas marinhas

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “Feito para Nadar”

- Lembre brevemente os alunos do que aprenderam nas duas lições anteriores: o plâncton deriva na coluna de água e não consegue nadar contra as correntes; O bentos vive no, dentro ou perto do fundo do mar. Pergunte: e quanto aos animais intermédios – os poderosos nadadores do oceano aberto?
- Exiba imagens de uma baleia, um tubarão, uma tartaruga marinha e um cardume de peixes a mover-se em águas abertas. Pergunte: o que têm todos estes animais em comum? Como é que eles se movem? Conseguiriam nadar contra uma corrente forte? **(Usar a Figura 1.3 do Currículo SEAQUEST para Professores, página 47).**
- Incentive os alunos a reconhecer que estes animais são feitos para o movimento ágil – corpos aerodinâmicos, barbatanas ou caudas poderosas, músculos fortes. Pergunte: acha que estes animais permanecem num só lugar, ou viajam longas distâncias?
- Opcional apresente um mapa de rotas por satélite dos movimentos de baleias ou tartarugas marinhas através das bacias oceânicas. Pergunte: por que razão estes organismos atravessam bacias oceânicas?
- Termine com uma pergunta de ligação: se o plâncton anda à deriva e o bentos permanece na fundo, como chamarias aos animais que podem nadar onde quiserem?

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade: “Plâncton, Bentos ou Necton?”

- Forneça a cada par de alunos um conjunto de cartões de classificação que mostrem uma variedade de organismos marinhos dos três grupos de estilo de vida – incluindo fitoplâncton, zooplâncton, ervas marinhas, corais, caranguejos, cracas, estrelas-do-mar, tubarões, outros peixes, baleias e tartarugas marinhas. **(Use as Figuras 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 do Currículo SEAQUEST para Professores, páginas 46-49).**
- Trabalhando em pares, os alunos organizam as cartas em três grupos na sua folha A4: plâncton, bentos e necton. Devem basear-se em tudo o que aprenderam nas duas aulas anteriores.
- Incentive os alunos a discutir cada carta antes de a colocar: porque é que este organismo pertence aqui? Que característica vos faz ter a certeza – ou a hesitar?
- Junte a turma para comparar grupos. Discuta quaisquer organismos que os alunos tenham tido dificuldade em classificar e porquê. Pergunte: houve alguma surpresa? Algum organismo acabou por pertencer a um grupo diferente do que esperavam?

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Apresentação Interativa Liderada pelo Professor:

Utilizando recursos visuais (apresentação digital ou cartaz), explique o seguinte enquanto os alunos acompanham e atualizam os seus desenhos da coluna de água da Fase 2.

1. O que é o necton?

- Organismos capazes de nadar rapidamente contra as correntes de água
- Vivem principalmente na coluna de água, mas podem usar o fundo do mar para descanso, esconderijo, alimentação e reprodução
- Encontram-se a várias profundidades, desde a superfície até águas mais profundas
- Ao contrário do plâncton, o necton controla para onde vai; ao contrário do bentos, não está aprisionado ao fundo do mar

2. Quem pertence ao Necton?

- **Peixe:** o grupo de necton mais diverso e abundante, encontrado em todas as profundidades e em todas as regiões oceânicas
- **Tubarões** (peixes cartilagíneos): predadores poderosos e estão entre os nadadores mais eficientes do oceano
- **Baleias:** os maiores animais da Terra (especificamente baleias-azuis), capazes de atravessar bacias oceânicas
- **Tartarugas marinhas:** répteis que passam quase toda a vida a nadar no oceano aberto, regressando à terra para pôr ovos na areia
- **Curiosidade:** as plantas nunca podem pertencer ao necton – não importa a quantidade de água que se move à sua volta, as plantas não sabem nadar!

3. Juntando tudo isto:

- O oceano é o lar de três grandes grupos de estilo de vida: plâncton, necton e bentos
- Cada grupo de estilo de vida é definido pelo local onde os organismos vivem e pela forma como se movem
- Juntos, os grupos de estilo de vida representam toda a vida no oceano – desde o microrganismo à deriva até ao maior animal nadador da Terra

Verificar a Compreensão: Teste verbal rápido

- “O necton pode nadar contra a corrente – o que o torna diferente do plâncton?”
- “Nomeia um animal de cada um dos quatro grupos de necton que discutimos.”
- “Será que uma planta de erva marinha pode alguma vez ser necton – porque não?”

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: “O Oceano Pertence a Todos”

Esta atividade reúne conhecimentos das três aulas para construir uma imagem partilhada da vida marinha.

- Use o quadro da sala de aula como o oceano. Desenhe um fundo marinho simples na base inferior do quadro, marque a coluna de água no meio e indique a superfície no topo.
- Prepare recortes de uma vasta gama de organismos marinhos dos três grupos de estilo de vida – incluindo exemplos de fitoplâncton, plâncton zoológico, erva marinha, corais, cracas, caranguejos, estrelas-do-mar, tubarões, outros peixes, baleias e tartarugas-

gas-marinhas. **(Use as Figuras 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 do Currículo SEAQUEST para Professores, páginas 46-49).**

- Forneça ímanes aos alunos para que cada recorte possa ser fixado ao quadro.
- Mostre os recortes um a um e convide os alunos a identificar o organismo. O aluno que responder corretamente recebe o recorte.
- Depois de todos os recortes terem sido distribuídos, os alunos vão um a um para o quadro para colocar o seu organismo no local correto – plâncton na coluna de água (principalmente perto da superfície por causa da luz), necton na coluna de água, bentos no fundo do mar – e explicar brevemente o seu raciocínio à turma.
- Quando todos os organismos estiverem colocados, recue e olhe para o quadro completo em conjunto. Pergunte:
- O oceano parece cheio ou vazio agora?
- Que grupo de estilo de vida tem mais organismos? Qual tem os maiores?
- Conseguem encontrar um organismo que começou a sua vida num grupo de estilo de vida diferente?
- O que aconteceria a todo o sistema se um grupo de estilo de vida desaparecesse?
- Finalize reforçando que o oceano é um ambiente complexo e estratificado onde todos os grupos de estilo de vida dependem uns dos outros – o plâncton alimenta o necton, o bentos recicla nutrientes que suportam o plâncton, e o necton liga a superfície às profundezas.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Bilhete de Saída

Os alunos completam um Bilhete de Saída rápido com três componentes:

- **Desenhar e identificar:** Os dois componentes do ambiente marinho (coluna de água, fundo do mar) mostrando os três grupos de estilo de vida – plâncton, necton e bentos – com pelo menos dois exemplos de organismos por grupo
- **Explicar:** Escrever uma frase a explicar o que torna o necton diferente tanto do plâncton como do bentos
- **Refletir:** Uma coisa que achei muito interessante nestas três aulas foi..

O Professor recolhe os Bilhetes de Saída para avaliar:

- Rigor da colocação e da identificação em todos os três grupos de estilo de vida
- Compreensão das características definidoras do necton e de como difere dos outros dois grupos de estilo de vida
- Níveis de envolvimento e curiosidade

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Os alunos classificam corretamente os organismos em todos os três grupos de estilo de vida
- Os alunos usam vocabulário científico de forma intensa ao descrever o necton e compará-lo ao plâncton e bentos
- Os alunos participam ativamente nas sessões de discussão e na atividade final no quadro
- Os alunos colaboram eficazmente em pares e em turma como um todo

2. Questionário:

- Perguntas direcionadas durante a atividade de classificação para verificar a compreensão e abordar concepções erradas
- Perguntas instigantes durante a atividade final para incentivar um pensamento mais profundo sobre as relações entre grupos de estilo de vida

3. Avaliação entre Pares:

- Verificação do parceiro durante a atividade na Fase 2

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

4. Critérios de Avaliação do Bilhete de Saída:

- **Rigor Científico:** Diagrama completo da coluna de água corretamente identificado com vocabulário apropriado e colocação rigorosa dos três grupos de estilo de vida
- **Compreensão:** A explicação demonstra uma compreensão clara do que define o necton e como difere do plâncton e do bentos
- **Envolvimento:** Reflexão ponderada mostrando curiosidade e uma noção do panorama geral ao longo das três aulas

Critérios de Sucesso para Estudantes:

- Eu consigo definir necton e explicar o que o diferencia do plâncton e do bentos
- Eu consigo nomear pelo menos um exemplo de necton de cada um dos quatro grupos de animais que abordamos
- Eu consigo localizar corretamente os três grupos de estilo de vida no ambiente marinho (coluna de água, fundo do mar)
- Eu consigo explicar por que as plantas não podem ser necton
- Eu consigo descrever como os três grupos de estilo de vida estão ligados e dependem uns dos outros

PLANO DE AULA 4. DIVERSIDADE DA VIDA NO OCEANO

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula introdutória centra-se nos principais grupos de estilo de vida dos organismos marinhos – plâncton, necton e bentos – fornecendo aos alunos conhecimentos sobre como a vida marinha está organizada de acordo com o local onde os organismos vivem e como se movem. Através de discussão, atividades práticas e de colaboração, os alunos irão descobrir que diferentes organismos estão adaptados à vida em diferentes partes da coluna de água. A aula enfatiza as competências de observação, o desenvolvimento do vocabulário científico e a compreensão de que o oceano é um ambiente complexo e em camadas, partilhado por uma extraordinária variedade de formas de vida.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Explicar que o oceano alberga uma grande variedade de formas de vida que ocupam diferentes partes do ambiente marinho (coluna de água, fundo do mar)
- Distinguir entre os três principais grupos de estilo de vida de organismos marinhos: plâncton, necton e bentos
- Listar exemplos de cada grupo de estilo de vida, incluindo fitoplâncton e zooplâncton, categorias de animais encontradas entre os necton (mamíferos, aves, répteis, peixes), e exemplos de organismos bentônicos e seus grupos
- Explicar que alguns animais pertencem a diferentes grupos de estilo de vida em diferentes fases do seu ciclo de vida

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Observar e registrar sistematicamente as características dos grupos de estilo de vida
- Usar vocabulário científico com rigor ao descrever os grupos de estilo de vida dos organismos marinhos
- Colocar cada grupo de estilo de vida no local correto dentro do ambiente marinho (coluna de água, fundo do mar)
- Comparar e contrastar os três grupos de estilo de vida com base nas características que os definem

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Demonstrar curiosidade pela biodiversidade oceânica
- Apreciar a complexidade e variedade da vida no ambiente marinho

COMPETÊNCIAS-CHAVE

Competências em Literacia Científica:

- Observação sistemática e registo das características dos grupos de estilo de vida dos organismos marinhos
- Utilizar vocabulário científico apropriado (plâncton, necton, bentos, fitoplâncton, zooplâncton, bacterioplâncton, sésil)
- Criar representações visuais do ambiente marinho (coluna de água, fundo do mar) com organismos corretamente posicionados

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender a biodiversidade oceânica e a variedade de formas de vida que esta suporta
- Reconhecer que diferentes organismos estão adaptados à vida em diferentes partes do ambiente marinho

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalhar colaborativamente durante as atividades de grupo e por pares
- Partilhar observações e contribuir para a compreensão coletiva

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Imagens de vários organismos marinhos representando os três grupos de estilo de vida (plâncton, necton, bentos)
- Recortes de vários organismos marinhos (peixes, tartarugas marinhas, algas marinhas, caranguejos, moluscos, organismos planctônicos) com ímanes para a atividade no quadro
- Folhas A4 limpas (uma por par de alunos)
- Lápis/marcadores de cor
- Diagramas simples do ciclo de vida de animais selecionados (peixe, caranguejo, alforreca) – um conjunto por grupo ou exibido para toda a classe
- Modelos de Bilhete de Saída (um por aluno)
- Cartas/cartazes de palavras que mostram vocabulário-chave (plâncton, necton, bentos, fitoplâncton, zooplâncton, bacterioplâncton, sésil)
- Opcional: Vídeos de ecossistemas marinhos mostrando organismos nos seus habitats naturais; Imagens de microscopia de organismos planctônicos

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “Vida no Oceano.”

- Exiba imagens de vários organismos marinhos – peixes, baleias, algas marinhas, plâncton, moluscos, caranguejos, etc. **(Usar as Figuras 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 do Currículo SEA-QUEST para Professores, páginas 46-49).**
- Incentive a discussão com questões: Reconhecem algum destes organismos? Como é que se movem? Onde vivem? O que precisam para sobreviver? Será que todos precisam das mesmas coisas? O que precisa uma alga marinha – precisa de estar sempre ligada a alguma coisa? Como é que uma baleia é diferente das algas marinhas na forma como vive e se move?
- Oriente os alunos para a observação de que organismos diferentes ocupam diferentes partes do oceano e têm formas de vida muito distintas.

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade: “Oceano – há espaço para todos.”

- Exiba a palavra **PLÂNCTON** ao lado de imagens de fitoplâncton e zooplâncton. Pergunte aos alunos: Já ouviram esta palavra antes? O que é que te faz pensar? Se os alunos se referem ao Bob Esponja (personagem de série americana), pergunte: Com base nisso, acham que o plâncton é grande ou pequeno? Associam a palavra plâncton às baleias (muitas vezes os alunos sabem que é alimento para as baleias) – e, se sim, o que isso nos diz?
- Exiba a palavra **NECTON** ao lado de imagens de peixes, tartarugas marinhas, baleias e pinguins. Repita uma discussão semelhante: Já ouviram esta palavra? O que têm estes organismos em comum?
- Exiba a palavra **BENTOS** ao lado de imagens de caranguejos, ervas marinhas, cracas e moluscos. Mais uma vez, convide a uma observação e associação iniciais.
- Trabalhando em pares, os alunos recebem uma folha A4 limpa e lápis de cor. Desenharam uma secção transversal do oceano, marcando a superfície, a coluna de água e o fundo do mar. Depois, desenharam ou escrevem onde se encontram plâncton, o necton e o bentos.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Apresentação Interativa Liderada pelo Professor:

Usando recursos visuais (apresentação digital ou cartaz), explique o seguinte.

1. Plâncton

- Organismos de flutuam livremente na coluna de água
- Normalmente microscópicos ou muito pequenos
- Não conseguem nadar contra as correntes de água – flutuam com elas
- Compreendem três grupos principais: fitoplâncton (organismos fotossintéticos), zooplâncton (animais) e bacterioplâncton
- Constitui a maior parte da biomassa no oceano

2. Necton

- Organismos capazes de nadar ativamente e mover-se contra as correntes de água
- Vivem principalmente na coluna de água, mas podem usar o fundo do mar para descanso, esconderijo, alimento e reprodução
- Inclui representantes de várias categorias animais: peixes, mamíferos, répteis e até algumas aves
- As plantas não podem ser necton, pois não são capazes de autolocomoção

3. Bentos

- Organismos que vivem no, dentro ou perto do fundo do mar
- Subdivididos em grupos com base no tamanho (por exemplo, macrobentos, meiobentos, microbentos)
- Inclui animais, plantas e microrganismos
- Alguns movem-se pelo fundo do mar; outros são sésseis (permanentemente ligados a uma superfície), como cracas ou corais

Atividade: “Vamos encontrar-lhes um lar”

- Prepare recortes de vários organismos marinhos – alguns exemplos de peixes, tartarugas marinhas, algas, caranguejos, moluscos e organismos planctónicos introduzidos anteriormente. As espécies não precisam de ser específicas. **(Use as Figuras 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 do Currículo SEAQUEST para Professores, páginas 46-49).**
- Mostre os recortes um a um e convide os alunos a identificar o organismo. O aluno que responde corretamente recebe o recorte.
- Depois de todos os recortes estarem distribuídos, use o quadro da sala de aula como um oceano – desenhe o fundo do mar na parte inferior e marque a superfície no topo.
- Forneça ímanes aos alunos para que cada recorte possa ser fixado ao quadro.
- Convide os alunos, um a um, a colocarem o seu recorte na localização correta – plâncton na coluna de água (principalmente per-

to da superfície), necton na coluna de água, bentos no chão – e explique brevemente o raciocínio.

Verificar a Compreensão: Teste verbal rápido

- “Qual é o nome do grupo de organismos que vivem no fundo do oceano ou perto dele?”
- “A que grupo pertencem os peixes, as baleias e as tartarugas marinhas?”
- “O plâncton pode nadar contra a corrente?”

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: “Um animal dois mundos”

Os alunos trabalham em pequenos grupos (3-4 alunos) com diagramas simples do ciclo de vida de animais selecionados, como um peixe, um caranguejo e uma alforreca. O objetivo é descobrir que nem todos os animais passam toda a sua vida pertencendo ao mesmo grupo de estilo de vida.

Os diagramas do ciclo de vida podem ser exibidos para toda a turma ou impressos para cada grupo. Os alunos identificam a que grupo de estilo de vida o animal pertence em cada fase da sua vida, por exemplo:

- **Peixes:** ovos e larvas → plâncton; adultos → necton
- **Caranguejo:** larvas → plâncton; adultos → bentos
- **Alforrecas:** larvas → plâncton; fase de pólipo → bentos; fase de medusa → plâncton

Forneça sugestões de discussão:

- Será que o mesmo animal pode pertencer a mais do que um grupo de estilo de vida ao longo da sua vida?
- O que muda – o animal ou o ambiente?

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Bilhete de Saída

Os alunos completam um Bilhete de Saída rápido com três componentes:

- **Desenhar e identificar:** Uma simples secção transversal do oceano que mostre onde se encontram plâncton, necton e bentos, com pelo menos um exemplo de um organismo para cada grupo de estilo de vida
- **Explicar:** Escrever uma frase descrevendo uma característica chave de qualquer grupo de estilo de vida
- **Refletir:** Uma coisa que achei muito interessante hoje foi..

O Professor recolhe os Bilhetes de Saída para avaliar:

- O rigor da localização e da identificação
- A compreensão das características que definem cada grupo de estilo de vida
- Níveis de envolvimento e curiosidade

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Os alunos colocam corretamente os organismos no grupo de estilo de vida adequado
- Os alunos utilizam vocabulário científico de forma adequada
- Os alunos participam ativamente nas sessões de discussão
- Os alunos colaboram eficazmente em pares e grupos

2. Questionando:

- Questões direcionados durante a exploração para verificar a compreensão
- Perguntas instigadoras para incentivar um pensamento mais profundo sobre as características que definem cada grupo de estilo de vida

3. Avaliação entre Pares:

- Verificação do parceiro durante o exercício de desenho coluna de água/fundo do mar na Fase 2

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

4. Critérios de Avaliação do Bilhete de Saída:

- **Rigor Científico:** Diagrama oceânico corretamente identificado com vocabulário apropriado e pelo menos um organismo exemplar por grupo de estilo de vida
- **Compreensão:** A explicação demonstra a compreensão das características que definem pelo menos um grupo de vida
- **Envolvimento:** Reflexão ponderada demonstrando curiosidade sobre a biodiversidade oceânica

Critérios de Sucesso para Estudantes:

- Eu consigo identificar e descrever as três principais formas ecológicas: plâncton, nec-ton e bentos
- Eu consigo colocar diferentes organismos marinhos no local correto dentro do ambiente marinho (coluna de água, fundo do mar)
- Eu consigo explicar pelo menos uma personagem que define cada grupo de estilo de vida
- Eu consigo dar um exemplo de um animal que pertence a diferentes grupos de estilo de vida em diferentes fases da sua vida, e que estão ligados e dependentes uns dos outros

PLANO DE AULA 5. DIVERSIDADE DE ECOSSISTEMAS NO OCEANO

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula apresenta aos alunos a diversidade dos ecossistemas marinhos, proporcionando conhecimento de base sobre os fatores físicos e químicos que moldam a vida no oceano. Através de discussão, mapeamento colaborativo e atividades criativas em grupo, os alunos irão explorar como a luz, a temperatura, a salinidade e o oxigênio determinam que organismos podem sobreviver em diferentes partes do oceano. A aula orienta os alunos desde uma compreensão ampla das condições oceânicas e zonas de luz até uma análise mais detalhada de três principais grupos de ecossistemas marinhos – o oceano aberto, a zona costeira e próxima da costa, e o mar profundo – e as comunhões únicas dos organismos que cada um sustenta. A aula enfatiza as competências de observação e comparação, o desenvolvimento do vocabulário científico e uma aprendizagem através da extraordinária complexidade dos ambientes marinhos.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Explicar que os ambientes marinhos são estruturados por fatores físicos (abióticos) incluindo luz, temperatura, salinidade e oxigênio
- Descrever as três zonas de luz oceânicas: fótica, disfótica e afótica
- Identificar os três principais grupos de ecossistemas marinhos: o oceano aberto, a zona costeira e próxima da costa, e o mar profundo
- Descrever as principais características de cada grupo de ecossistemas e dar exemplos de organismos aí encontrados
- Explicar que diferentes condições físicas (fatores abióticos) suportam diferentes ecossistemas e comunidades de organismos

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Observar e comparar as características de diferentes ecossistemas marinhos
- Usar vocabulário científico com rigor ao descrever ecossistemas marinhos e as suas condições
- Colocar os ecossistemas e organismos marinhos no seu contexto geográfico e ambiental correto num mapa do mundo
- Justificar a atribuição de organismos aos ecossistemas com base nos seus requisitos ambientais e de adaptação

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Demonstrar curiosidade sobre a diversidade dos ecossistemas marinhos e a vida que sustentam
- Mostrar apreciação pela complexidade dos ecossistemas oceânicos e pela sua dependência de um delicado equilíbrio das condições ambientais.

COMPETÊNCIAS-CHAVE

Competências em Literacia Científica:

- Observação sistemática e comparação das características de diferentes ecossistemas marinhos
- Uso de vocabulário científico apropriado (fótico, disfótico, afótico, pelágico, bentónico, salinidade, fonte hidrotermal, recife de coral, pradaria de ervas marinhas, mangal)
- Criação de representações visuais de ecossistemas marinhos e da sua distribuição

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender que a biodiversidade oceânica é impulsionada por condições ambientais físicas e químicas
- Reconhecer que diferentes ecossistemas suportam diferentes comunidades de organismos e que cada ecossistema é único e insubstituível

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalho colaborativo durante a atividade de grupo de mapeamento e desenho de ecossistemas
- Partilha de observações, raciocínio e contribuição para a compreensão coletiva

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Imagens de vários organismos marinhos e ecossistemas (oceano aberto, recife de coral, pradaria de ervas marinhas, mangal, costa arenosa, costa rochosa)
- Mapa do mundo que mostra os continentes e os oceanos para discussão em toda a turma
- Mapas de linhas de contorno (um por grupo)
- Fotografias ou cartões de ecossistemas e organismos (recife de coral, pradaria de ervas marinhas, mangais, oceano aberto, baleias, tubarões-brancos, tartarugas marinhas) para a atividade de mapeamento
- Cartões de condições ambientais para a atividade “Desenha o teu Ecossistema” (um por grupo)
- Modelos de habitat em branco para a atividade “Desenha o teu Ecossistema” (um por grupo)
- Cartões de imagem ou nome de organismos para a atividade “Desenha o teu Ecossistema”
- Lápis/marcadores de cor
- Modelos de Bilhetes de Saída (um por aluno)
- Cartas/cartazes de palavras que mostram vocabulário chave (fótico, disfótico, afótico, pelágico, salinidade, fonte hidrotermal, recife de coral, pradaria de ervas marinhas, mangal)
- Opcional: Vídeos de diferentes ecossistemas marinhos; mapa dos movimentos de baleias ou tartarugas marinhas seguidas mostrando a sua distribuição em mar aberto

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “Mesmas Necessidades, Formas Diferentes”

- Exibir imagens de vários organismos marinhos– algas marinhas, ervas marinhas, peixes, golfinhos, corais, caranguejos, etc. **(Use as Figuras 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 do Currículo SEAQUEST para Professores, páginas 46-49).**
- Incentive a discussão com questões: O que têm todos estes organismos em comum? Do que precisam todos eles para sobreviver – comida, oxigênio, água, calor? Será que todos recebem estas coisas da mesma forma?
- Oriente os alunos para a observação de que, embora todos os seres vivos partilhem as mesmas necessidades básicas, satisfazem-nas de formas muito diferentes. As plantas usam a fotossíntese para produzir alimento e precisam de luz para isso. Os animais não conseguem produzir o seu próprio alimento e têm de consumir outros organismos. Nem todos os organismos precisam de luz, mas a maioria precisa de oxigênio.
- Feche a atividade com uma pergunta de ligação: Se os organismos têm necessidades e modos de vida tão diferentes, acham que todos vivem nos mesmos tipos de lugares – ou diferentes lugares se adequam a diferentes organismos?

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade: “Cada Lugar é Diferente”

- Mostrar uma secção transversal do oceano mostrando as zonas fótica, disfótica e afótica. Discussão de encorajamento: O que acham que pode viver onde não há luz? As plantas conseguem sobreviver no oceano profundo? Alguns organismos conseguem mover-se entre zonas ou permanecem num só lugar? **(Use a Figura 1.7 do Currículo SEAQUEST para Professores, página 50).**
- Mostre a imagem de uma grande baleia, como uma baleia-azul. Discutam: Onde vive um animal deste tamanho? Conseguimos encontrá-lo perto da costa? Repousa no fundo do mar? Guie os alunos para a ideia de que alguns animais vivem no oceano aberto, longe da costa, no que se chama zona oceânica. Opcionalmente, mostre um mapa de rastreio dos movimentos das baleias para ilustrar como elas viajam por vastas extensões do oceano aberto.
- Exiba imagens de uma costa arenosa, um recife de coral e uma pradaria de ervas marinhas lado a lado. Para cada uma, uma discussão rápida: Que tipos de organismos vivem aqui? Os animais podem cavar ou esconder-se na areia? Os organismos estão fixos a uma superfície ou movem-se livremente – ou ambos? É fácil encontrar comida ou abrigo aqui? Este ecossistema precisa de luz para funcionar? **(Use as Figuras 1.13, 1.14, página 54, Figura 3.2, 3.3, 3.4, páginas 84-85 do Currículo SEAQUEST para Professores).**

- Depois de discutir os três, pergunte: O que têm estes ecossistemas em comum? Em que é que são diferentes? Guie os alunos para a conclusão de que cada ecossistema tem as suas próprias características distintas – condições físicas, recursos disponíveis e comunidades de organismos – e que estas diferenças tornam cada um num lugar único para viver.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Apresentação Interativa Liderada pelo Professor:

Usando recursos visuais (apresentação digital ou cartaz), explique o seguinte

1. Fatores que moldam a vida no oceano

- Os ambientes marinhos são moldados por uma variedade de fatores físicos e químicos
- Entre os mais importantes estão a luz, o oxigénio, a salinidade e a temperatura – e estas variam muito entre diferentes ambientes marinhos.
- Com base na disponibilidade de luz, o oceano divide-se em três zonas: a zona fótica (luz suficiente para a fotossíntese), a zona disfótica (luz ténue, insuficiente para fotossíntese) e a zona afótica (escuridão total)
- Estas condições variáveis dão origem a três principais grupos de ecossistemas marinhos: o oceano aberto, a zona costeira e próxima da costa, e o mar profundo

2. Oceano Aberto

- Cobre aproximadamente 70% da superfície da Terra
- Caracterizado por vastas extensões de água aberta com poucos locais para esconderijo ou descanso
- Os animais estão adaptados para a natação de longa distância e para a vida em águas abertas, como baleias, atuns e tubarões

3. Zona Costeira e Próxima da Costa

- Entre os ambientes mais produtivos e biologicamente ricos da Terra
- Inclui praias arenosas e rochosas, cada uma com diferentes comunidades de organismos
- Os recifes de coral formam-se em águas quentes, límpidas e rasas onde a luz pode chegar; são altamente sensíveis às alterações na temperatura e na qualidade da água
- As pradarias de ervas marinhas podem formar-se em intervalos amplos de variação de temperaturas (a maioria das ervas marinhas prospera entre 15°C e 30°C), mas requer luz abundante, pois as ervas marinhas são plantas com flores que dependem da fotossíntese

4. Oceano Profundo

- Caracterizado por escuridão total, pressão hidrostática extrema e temperaturas muito baixas
- Nenhuma planta pode sobreviver aqui devido à ausência de luz
- Todos os organismos são altamente especializados para suportar estas condições extremas
- As fontes hidrotermais no fundo do oceano suportam comunidades únicas de organismos que dependem da energia química em vez da luz solar

Atividade: “Onde no mundo?”

- Exiba um mapa do mundo mostrando os continentes e os oceanos. Primeiro discutam juntos: onde encontramos águas quentes e onde encontramos águas frias? O que torna algumas regiões mais quentes do que outras? Depois, estabelecer a distinção entre as zonas costeiras e o oceano aberto – onde termina a costa e começa o oceano aberto?
- Distribua mapas mundiais de contorno (um por grupo).
- Os alunos trabalham em grupos de 4 a 5 pessoas. Cada grupo recebe um conjunto de imagens ou cartões que representam diferentes ecossistemas e organismos marinhos – recifes de coral, pradarias de ervas marinhas, mangais, ambientes oceânicos abertos, e animais como baleias, tubarões-brancos e tartarugas marinhas.

- Os grupos discutem juntos e colocam cada ecossistema ou organismo no local no mapa onde acham que ele ocorre mais provavelmente.
- Por exemplo: recifes de coral em águas tropicais e subtropicais pouco profundas, zonas costeiras, pradarias de ervas marinhas de ambientes costeiros frios e tropicais, animais de oceano aberto distribuídos pelo Pacífico, Atlântico e Oceano Índico.
- Reúna a turma para comparar mapas de grupo e discutir quaisquer diferenças. Corrija qualquer equívoco e reforce a ideia de que fatores físicos – especialmente temperatura, luz e proximidade à costa – determinam onde cada ecossistema pode existir.

Verificar a Compreensão: Teste verbal rápido

- “Em que temperaturas da água encontramos recifes de coral – quentes, frias ou ambas?”
- “Onde vivem as baleias – perto da costa, no oceano aberto, ou em ambos?”
- “A erva-marinha pode sobreviver sem luz – porquê ou por que não?”

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: “Atravessando Fronteiras”

- Cada grupo de 4–5 alunos recebe um cartão que descreve um conjunto de condições ambientais, por exemplo:
 - “Águas costeiras pouco profundas, região tropical, temperatura quente, luz abundante, água límpida”
 - “Águas abertas, região temperada, temperatura moderada, sem fundo do mar ao alcance”
 - “Zona costeira, região temperada, substrato moderadamente leve, arenoso e lamacento”
 - “Ecuridão total, pressão extrema, temperatura muito baixa, sem luz”
- Com base na sua carta de condições, o grupo tem de decidir: que ecossistema se formaria aqui? Depois, constroem o seu ecossistema selecionando a partir de um conjunto de imagens de organismos ou cartões com nomes de organismos e colocando-os num simples modelo de habitat em branco (um contorno desenhado do seu ambiente).
- Os grupos devem apenas justificar as suas escolhas respondendo a três perguntas em conjunto:
 - Que ecossistema é este e porquê?
 - Que organismos conseguem sobreviver aqui e porquê?
 - Que organismos definitivamente não poderiam sobreviver aqui e porquê?

- Cada grupo apresenta brevemente o seu ecossistema à turma, explicando o seu raciocínio. A turma pode fazer perguntas ou questionar as escolhas.
- Termine com uma discussão geral em toda a turma: Diferentes condições levaram sempre a diferentes ecossistemas? Que fator parecia mais importante para determinar o que poderia viver em algum lugar – temperatura, luz ou outra coisa?

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Bilhete de Saída

- **Desenhar e identificar:** Uma simples secção transversal do oceano que mostre os três principais grupos de ecossistemas marinhos (oceano aberto, costeiro e próximo da costa, mar profundo) com pelo menos um exemplo de organismo ou característica de cada um
- **Explicar:** Escrever uma frase descrevendo como um fator físico (luz, temperatura, salinidade ou oxigénio) molda a vida num ecossistema específico
- **Refletir:** Uma coisa que achei muito interessante hoje foi..

O Professor recolhe os Bilhetes de Saída para avaliar:

- Rigor na colocação dos ecossistemas e na nomenclatura
- Compreensão da relação entre as condições físicas e os ecossistemas que suportam
- Níveis de envolvimento e curiosidade

AValiação

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Os alunos identificam corretamente os três principais grupos de ecossistemas marinhos e as suas principais características.
- Os alunos colocam corretamente os ecossistemas marinhos no seu contexto geográfico correto no mapa mundial
- Os alunos utilizam vocabulário científico de forma adequada
- Os alunos participam ativamente em sessões de discussão e colaboram eficazmente em pares e grupos

2. Questionando:

- Perguntas direcionadas durante a exploração para verificar a compreensão de como os fatores físicos moldam os ecossistemas
- Perguntas de sondagem durante o mapeamento e o desenho do ecossistema para incentivar um pensamento mais profundo sobre as relações entre as condições ambientais e os organismos que suportam

3. Avaliação entre Pares:

- Verificação em grupo durante a atividade de mapeamento “Onde no Mundo?” na Fase 3

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

4. Critérios de Avaliação do Bilhete de Saída:

- **Rigor Científico:** A secção transversal do oceano foi corretamente identificada, mostrando os três grupos de ecossistemas com vocabulário apropriado e pelo menos um exemplo de organismo ou característica por ecossistema
- **Compreensão:** A explicação demonstra compreensão de como pelo menos um fator físico molda a vida num ecossistema específico
- **Envolvimento:** A reflexão ponderada demonstra curiosidade sobre a diversidade e complexidade dos ambientes marinhos

Critérios de Sucesso para Estudantes:

- Eu consigo nomear e descrever os três principais grupos de ecossistemas marinhos: o oceano aberto, a zona costeira e próxima da costa, e o mar profundo
- Eu consigo explicar como fatores físicos como a luz, a temperatura e a salinidade, determinam que organismos podem sobreviver num dado ecossistema
- Eu consigo colocar corretamente os ecossistemas marinhos nos seus locais geográficos num mapa do mundo
- Eu posso descrever pelo menos uma característica-chave de cada ecossistema e dar um exemplo de um organismo aí encontrado

B2.

MÓDULO TEMÁTICO 2: AS ERVAS MARINHAS SÃO PLANTAS ÚNICAS

Theodora Boubonari

Universidade Democritus da Trácia, Grécia

Paraskevi Malea

Universidade Aristóteles de Salónica, Grécia

Theodoros Kevrekidis

Universidade Democritus da Trácia, Grécia



PLANO DE AULA 1. MORFOLOGIA DAS ERVAS MARINHAS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula introdutória centra-se na morfologia geral das ervas marinhas, fornecendo aos alunos conhecimentos fundamentais sobre as características estruturais que são comuns ou que as distinguem das plantas terrestres. Através de atividades práticas, análise visual e de comparação, os alunos irão descobrir como as ervas marinhas estão adaptadas aos ambientes marinhos. A aula enfatiza as competências de observação, o desenvolvimento de vocabulário científico e a compreensão das relações estrutura-função em plantas marinhas com flores.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Definir as ervas marinhas como plantas marinhas com flores com adaptações especializadas
- Identificar as principais características morfológicas das ervas marinhas (rizoma ortotrópico, rizoma plagiotrópico, nós, entrenós, raízes, rebentos, folhas, bainha, lâmina)
- Distinguir entre estruturas acima e abaixo do substrato
- Explicar que as ervas marinhas são angiospérmicas (plantas com flores) adaptadas a ambientes marinhos

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Observar e registrar sistematicamente características morfológicas das ervas marinhas
- Usar vocabulário científico com rigor ao descrever a morfologia das plantas
- Criar diagramas legendados que mostrem a estrutura das ervas marinhas
- Comparar e contrastar ervas marinhas e estruturas de plantas terrestres

Atributos e Valores Objetivos

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Demonstrar curiosidade sobre as adaptações das plantas marinhas
- Mostrar respeito pela observação científica e pelo rigor

COMPETÊNCIAS-CHAVE

Competências em Literacia Científica:

- Observação sistemática e registo das características morfológicas das ervas marinhas
- Uso de vocabulário científico apropriado (rizoma, nó, entrenó, raízes, rebentos, folhas, bainha, lâmina)
- Criação de representações visuais (diagramas legendados)

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreensão das ervas marinhas
- Reconhecimento das adaptações a ambientes marinhos

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalho colaborativo durante atividades em grupo
- Partilha de observações e contribuição para a compreensão coletiva

MATERIAIS NECESSÁRIOS

- Fotografias de plantas de ervas marinhas e pradarias marinhas (ver Currículo SEA-QUEST para Professores, p. 71-72)
- Imagem grande de erva marinha (impressa ou digital)
- Fichas de exercícios de diagramas de ervas marinhas sem legendas (uma por aluno)
- Lápis/marcadores de cor
- Folhetos com diagramas de Venn (um por grupo)
- Modelos de Bilhetes de Saída (um por aluno)
- Cartões/cartazes com vocabulário
- Opcional: Exemplares de ervas marinhas preservadas, vídeos de pradarias marinhas

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “O que Vive Debaixo de Água?”

- Exibir imagens de várias plantas subaquáticas (macroalgas, ervas marinhas)
- Questionar: Quais destas parecem plantas que já conhecemos? Porquê?
- Mostrar imagens impactantes de pradarias marinhas para despertar o interesse
- Vamos explorar este tipo de plantas!

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade: “Acima e Abaixo”

- Fornecer aos alunos grandes diagramas/fotogramas que mostrem plantas completas de ervas marinhas (tanto as partes que ficam abaixo como acima do substrato)
- Trabalhando em pares, os alunos utilizam canetas coloridas para:
 - Fazer um círculo a VERDE nas partes que ficam acima do substrato
 - Fazer um círculo a CASTANHO nas partes que ficam abaixo do substrato
- Discussão em aula: O que encontraram acima do substrato? O que encontraram abaixo? Porque é que as plantas precisam de ambas?

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Apresentação Interativa Liderada pelo Professor:

Com recurso a cartazes, apresentações digitais ou modelos físicos) explique o seguinte, enquanto os alunos realizam a atividade (Fig. 1).

1. O que são as ervas marinhas?

- Plantas marinhas com flor (angiospérmicas)
- Têm raízes, sistema vascular, flores e frutos
- Vivem submersas em água salgada

2. Estruturas Abaixo do Substrato:

- **Rizomas:** caules horizontais (ou plagiotrópicos) que crescem em segmentos ao longo ou por baixo do substrato; fornecem ancoragem e ajudam na propagação da planta. Muitas ervas marinhas também possuem rizomas verticais (ortotrópicos)
- **Nós:** pontos de junção nos rizomas de onde surgem raízes e rebentos
- **Entrenós:** secções entre os nós
- **Raízes:** absorvem os nutrientes na água do sedimento (água intersticial)

3. Estruturas Acima do Substrato:

- **Rebentos:** folhas com rizoma, horizontal ou vertical
- **Leaves:** consistem em duas partes
 - **Bainha:** porção basal que protege as folhas em desenvolvimento
 - **Lâmina:** porção distal para fotossíntese e absorção de nutrientes

4. Adaptações Especiais:

- Folhas flexíveis para resistir às correntes
- Rizomas horizontais para colonizar o fundo do mar. O rizoma ajuda a planta a fixar-se no fundo do mar
- Folhas especializadas com uma cutícula muito reduzida e uma epiderme que não possui estomas, permitindo que as ervas marinhas absorvam nutrientes e gases, como o CO₂, diretamente da água do mar circundante através da superfície das suas folhas

Atividade: “Legendar a erva marinha”

- Distribua folhas de exercícios com diagramas de ervas marinhas sem legendas (Fig. 1)
- Usando um conjunto de palavras (rizoma, raízes, rebentos, folhas, nó, entrenó, bainha, lâmina), os estudantes identificam as características morfológicas
- Circule pela sala de aula, fornecendo orientações e fazendo perguntas:
- “Onde acham que a planta obtém nutrientes?”
- “Que parte a ajuda a expandir-se pelo fundo do mar?”
- “Onde acontece a fotossíntese?”
- “Como é que as folhas das ervas marinhas absorvem nutrientes de forma diferente das folhas das plantas terrestres?”

Verificar a Compreensão: Teste verbal rápido

- “Aponta para o rizoma!”
- “Qual é a diferença entre um nó e um entrenó?”
- “Que parte faz a fotossíntese?”

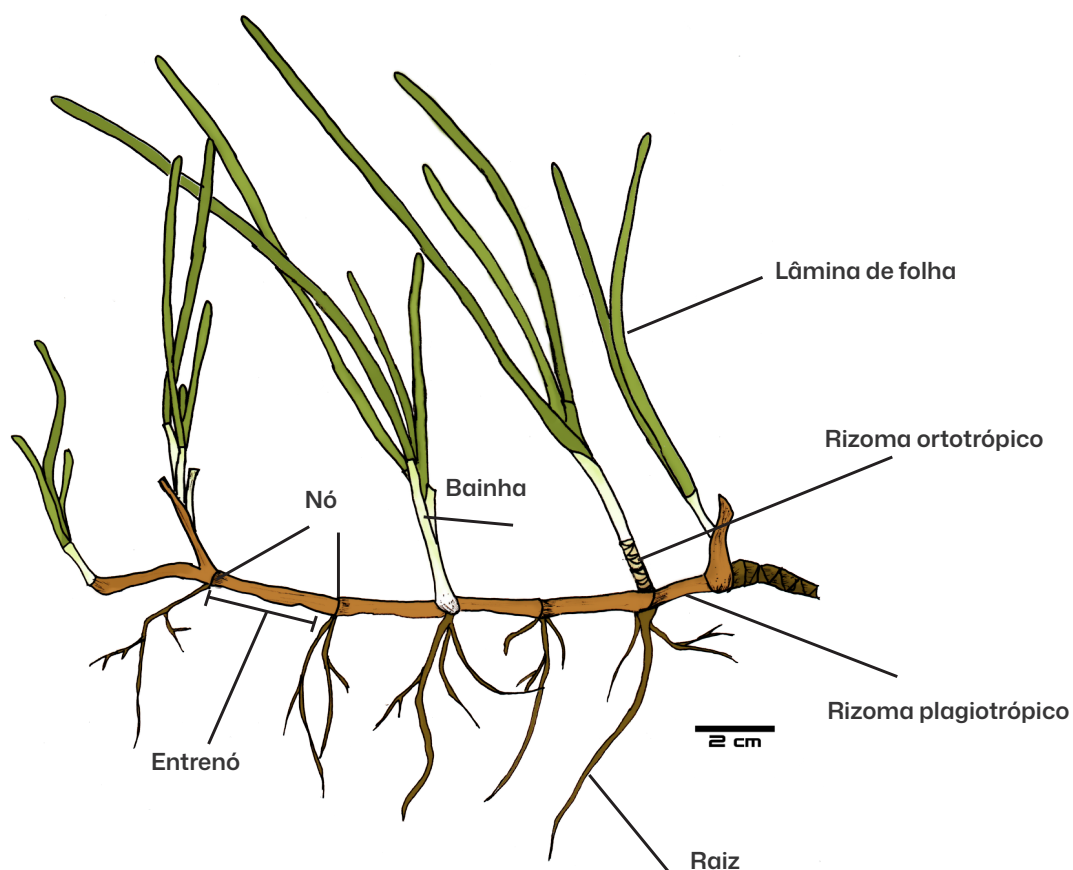


Figura 1. Representação esquemática dos componentes básicos de uma espécie de erva marinha.

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: Comparação “Ervas marinhas vs. plantas terrestres”

Os alunos trabalham em pequenos grupos (3-4 alunos) com um diagrama de Venn ou com plantas reais (Fig. 2):

- Círculo esquerdo: Plantas terrestres com flores
- Círculo direito: Ervas marinhas
- Sobreposição: O que ambas partilham (para ser escrito pelos alunos durante a discussão)

Forneça sugestões de discussão:

- O que têm em comum?
- Ambas têm folhas, mas em que é que diferem em termos de função?
- Que estruturas ajudam cada uma a sobreviver no seu ambiente?
- “As plantas terrestres têm uma cutícula espessa e estomas nas folhas. Por que razão as ervas marinhas possuem estruturas foliares diferentes?”



Figura 2. Atividade “Erva marinha vs. Planta Terrestre”

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Bilhete de Saída

Os alunos completam um Bilhete de Saída com três componentes:

- **Desenho e legendagem:** Uma erva marinha simples mostrando pelo menos 5 características morfológicas (rizoma, raiz, nó, rebento, folha com bainha e lâmina)
- **Explicar:** Escreva uma frase a explicar porque é que o rizoma é importante para as ervas marinhas
- **Refletir:** Uma coisa que achei muito interessante hoje foi..

O Professor recolhe os Bilhetes de Saída para avaliar:

- Rigor das legendas
- Compreensão das relações estrutura-função
- Níveis de envolvimento e curiosidade

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Os alunos identificam corretamente as partes da planta acima/abaixo do substrato
- Os alunos utilizam vocabulário científico de forma adequada
- Os alunos participam ativamente nas sessões de discussão
- Os alunos colaboram eficazmente em pares/grupos

2. Questionando:

- Perguntas direcionadas durante a atividade de exploração para verificar a compreensão
- Perguntas exploradoras para incentivar um pensamento mais profundo

3. Avaliação entre Pares:

- Verificação de parceiros durante a atividade de legendagem

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

4. Critérios de Avaliação do Bilhete de Saída:

- **Rigor Científico:** Diagrama corretamente legendado com vocabulário apropriado
- **Compreensão:** A explicação demonstra compreensão da função do rizoma
- **Envolvimento:** Reflexão ponderada demonstrando curiosidade

Critérios de Sucesso para os Estudantes:

- Eu consigo identificar pelo menos 5 características morfológicas de uma planta de erva marinha
- Eu consigo explicar a diferença entre as estruturas acima e abaixo do substrato
- Eu consigo descrever pelo menos uma forma de adaptação das ervas marinhas ao ambiente marinho

PLANO DE AULA 2. ERVAS MARINHAS VS. MACROALGAS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula baseia-se no conhecimento fundamental dos alunos sobre a morfologia das ervas marinhas, ajudando-os a distinguir as ervas marinhas das macroalgas, organismos frequentemente confundidos com ervas marinhas em ambientes marinhos. Através de análises comparativas, investigação prática e atividades de pensamento crítico, os alunos irão explorar as diferenças biológicas fundamentais entre estes dois grupos de organismos autotróficos marinhos. A aula enfatiza as capacidades de observação, o raciocínio comparativo e a compreensão da diversidade da vida marinha, ao mesmo tempo que reforça a terminologia das ervas marinhas previamente aprendida.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Definir macroalgas como organismos multicelulares e autotróficos, distintos das ervas marinhas
- Identificar pelo menos 5 diferenças estruturais e funcionais chave entre ervas marinhas e macroalgas
- Explicar que as macroalgas carecem de raízes verdadeiras, sistema vascular, flores, frutos e sementes
- Descrever como as macroalgas se fixam, obtêm nutrientes (absorção direta), fotossintetizam (todas as células) e se reproduzem (esporos)
- Reconhecer os três principais grupos de macroalgas (verdes, vermelhas, castanhas)

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Comparar e contrastar sistematicamente dois tipos diferentes de organismos autotróficos marinhos
- Analisar características estruturais para classificar corretamente os organismos
- Usar com rigor vocabulário científico de comparação
- Criar tabelas comparativas organizando características múltiplas
- Fazer avaliações visuais para criar identificações baseadas em evidências

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Demonstrar curiosidade sobre a classificação dos organismos e as diferenças biológicas
- Valorizar o rigor na observação científica e na identificação
- Demonstrar respeito pela complexidade e singularidade dos diferentes organismos marinhos

COMPETÊNCIAS-CHAVE DESENVOLVIDAS

Competências em Literacia Científica:

- Observar e registar sistematicamente as características dos diferentes organismos autotróficos marinhos
- Identificar características-chave entre grupos taxonómicos
- Usar ferramentas científicas (gráficos comparativos, chaves de classificação) para análise
- Apresentar resultados utilizando vocabulário científico apropriado
- Tirar conclusões baseadas em evidências a partir de observações comparativas

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender a biodiversidade no ambiente marinho
- Analisar adaptações estruturais ao ambiente marinho

Competências Digitais:

- Usar recursos digitais para a identificação e comparação das espécies

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalho eficaz em grupos sobre análise comparativa
- Partilha de observações e contributo para o entendimento coletivo
- Apoiar a aprendizagem entre pares através de atividades colaborativas de identificação

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Obrigatório

- 6-8 imagens de organismos autótrofos marinhos para a atividade inicial (digitais ou impressas) (ver Anexo)
- Imagens grandes de ervas marinhas e macroalgas para investigação de grupo (um conjunto por grupo)
- 10 imagens de organismos para o desafio de identificação (cartões digitais ou impressos)
- Marcadores/lápis de cor
- Lupas
- Exemplares preservados de ervas marinhas e macroalgas (se disponíveis)
- Vídeos que mostrem ervas marinhas e macroalgas em habitats naturais

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “Mistério Marinho - O Que Sou Eu?”

Exiba 6-8 imagens de organismos autotróficos ou amostras reais (mistura de ervas marinhas, algas verdes, algas vermelhas, algas castanhas).

Inquérito Interativo:

- “Levanta a mão se achas que isto é uma erva marinha”
- Registe as respostas da classe para cada imagem ou amostra
- Revele: “Alguns de vocês tiveram respostas diferentes. Porque é que estes organismos podem ser confundidos?”

Pergunta: “Se ambos vivem debaixo de água e têm cor verde, como podemos saber se é uma erva marinha ou uma macroalga? São a mesma coisa?”

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade 1: “Cartas de Investigação”

Os alunos trabalham em grupos de 3-4. Cada grupo recebe:

- 2 imagens grandes: uma claramente identificada com erva marinha, outra claramente identificada como macroalga
- Ficha de investigação com sugestões de observação
- Lupas (se disponíveis)

Sugestões de Investigação (alunos registam observações):

1. Estrutura de Fixação:

- Como é que cada organismo se fixa ao substrato?
- Desenhem o que observas na base

2. Estrutura Interna:

- Conseguem ver vasos lá dentro? Onde?
- O que é que isto nos diz sobre a forma como as substâncias se movem através do organismo?

3. Zonas de Fotossíntese:

- Onde acham que a fotossíntese acontece em cada organismo?
- É só em certas partes ou em todo o lado?

4. Estrutura Corporal Geral:

- Têm partes diferentes (raízes, caules, folhas)?
- Ou é mais uniforme em todo o organismo?

5. Observação de Cores:

- Que cores observam nas amostras de macroalgas?

O professor circula, fazendo perguntas orientadoras:

- “Que estruturas da nossa última aula reconhecem na erva marinha?”
- “Veem estruturas semelhantes nas macroalgas?”
- “O que é que há de diferente na forma como elas se fixam?”

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Apresentação Interativa Liderada pelo Professor:

Construa uma carta comparativa abrangente no quadro da sala enquanto explica (os alunos criam a sua própria versão):

Característica	Ervas marinhas	Macroalgas
Categoria do organismo	Plantas com flor (angiospérmicas)	Organismos mais simples (macroalgas)
Estrutura	Órgãos distintos: raízes, rizomas, rebentos, folhas	Corpo simples (talo) - sem órgãos verdadeiros
Fixação	Rizomas	Pedúnculo (apenas se fixa às rochas/conchas)
Onde ocorre a fotossíntese	Apenas em células foliares	Todas as células por todo o corpo
Absorção de Nutrientes e Minerais	Através das raízes no sedimento e das folhas na água do mar	Diretamente da água do mar através da sua área de superfície
Transporte Interno	Sistema vascular (nutrientes, açúcares - produtos da fotossíntese)	Sem sistema de transporte interno
Reprodução	Flores, Frutos, Sementes	Esporos (sem flores)

Explicação detalhada com recursos visuais (Fig. 1):

1. O que são as macroalgas?

- Autotróficos multicelulares (fazem a sua própria comida)
- Também chamadas de algas marinhas
- Muito mais simples do que as ervas marinhas

2. Diferença Chave 1 - Fixação:

- **Ervas marinhas:** rizomas que fixam a planta no fundo do mar
- **Macroalgas:** Pedúnculos simples que apenas promovem a fixação a superfícies rígidas como pedras ou conchas (como um copo de sucção)

3. Diferença Chave 2 - Transporte Interno:

- **Ervas marinhas:** Possuem vasos internos (sistema vascular) dentro da planta que transportam nutrientes e açúcares (produtos da fotossíntese)

- **Macroalgas:** Sem vasos internos. Cada célula absorve o que precisa diretamente da água do mar

4. Diferença Chave 3 - Localização da Fotossíntese:

- **Ervas marinhas:** Apenas células especiais nas folhas realizam fotossíntese
- **Macroalgas:** Todas as células podem fotossintetizar

5. Diferença Chave 4 - Reprodução:

- **Ervas:** marinhas: Flores → frutos → sementes (tal como as plantas terrestres)
- **Macroalgas:** libertam esporos na água (como cogumelos)

6. Macroalgas Diversidade - Três Grupos (Fig. 2):

- **Clorófitas:** Macroalgas verdes
- **Rodófitas:** Macroalgas vermelhas
- **Feófitas:** Macroalgas castanhas

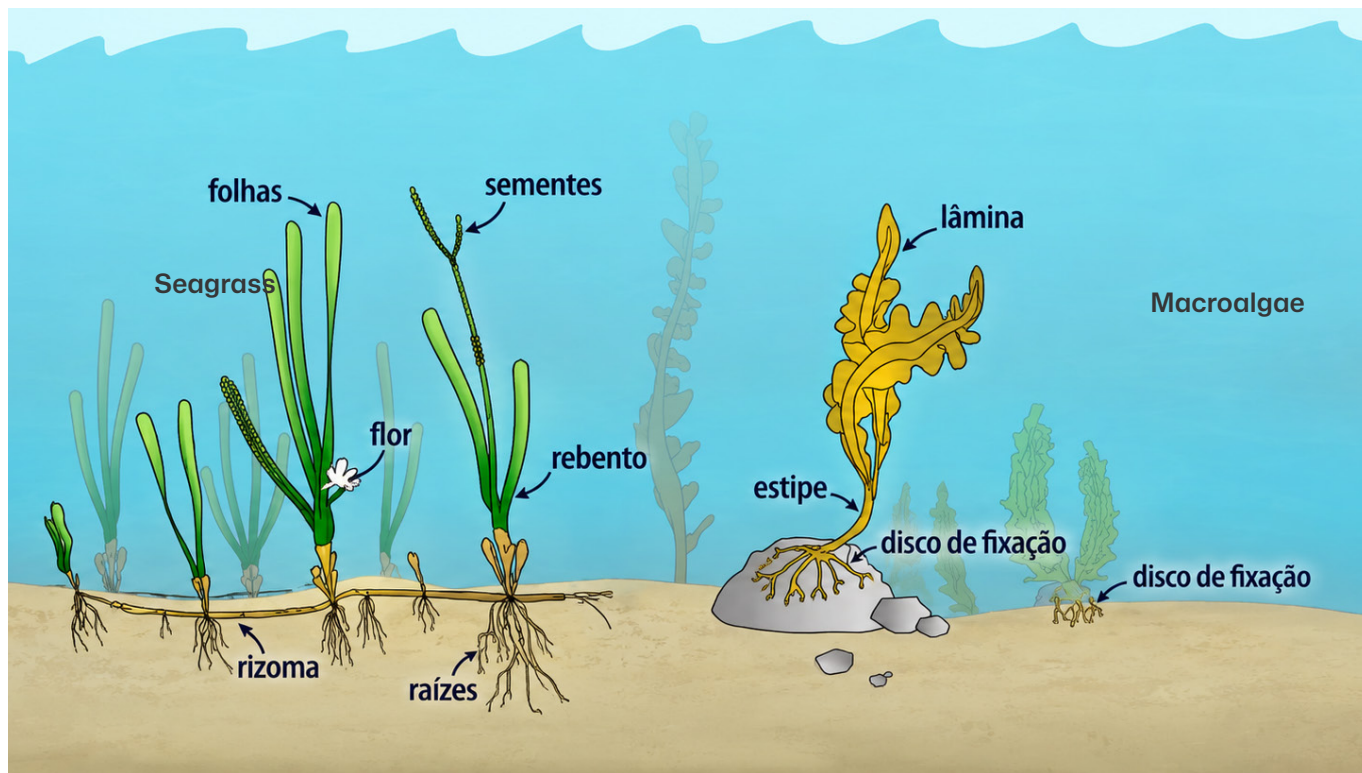


Figura 1. Diagrama esquemático de uma erva marinha e macroalgas (modificado de Seagrass-Watch <https://www.seagrasswatch.org/>).

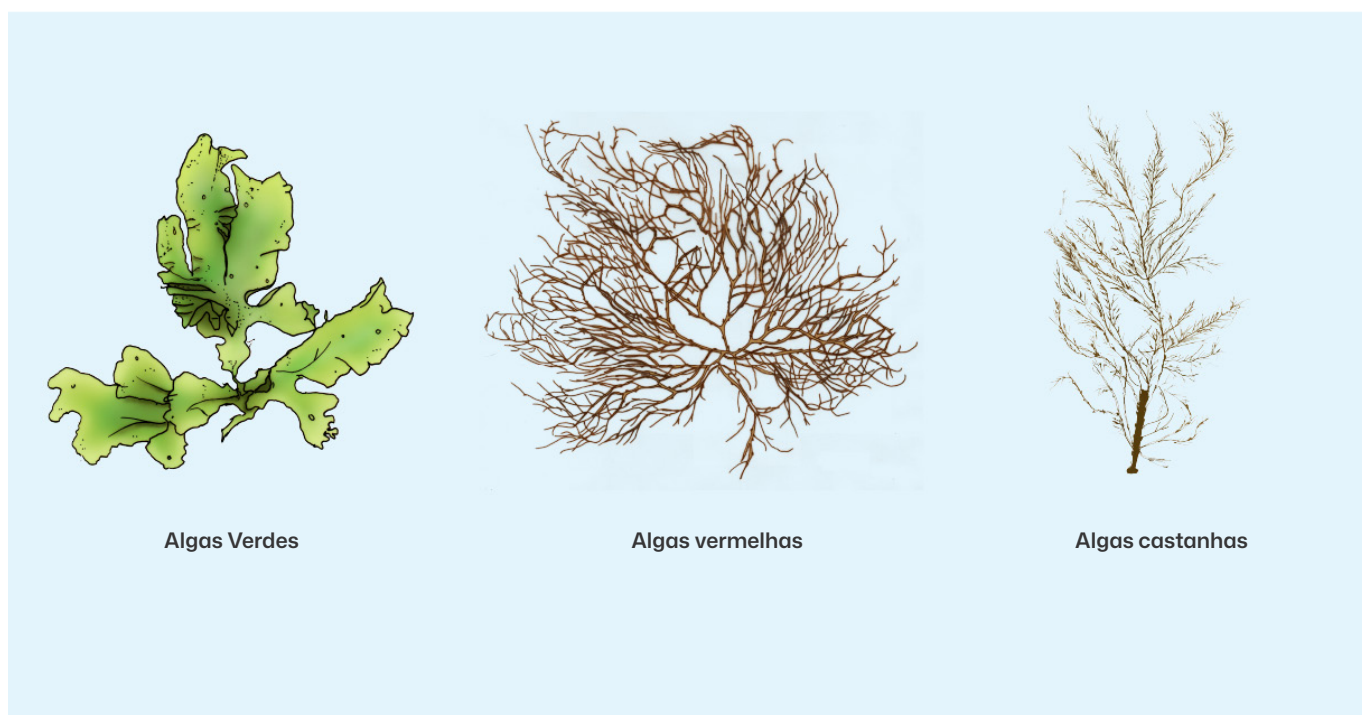


Figura 2. Diagrama esquemático de macroalgas verdes, vermelhas e castanhas.

- Mostre imagens de cada uma
- Estas cores provêm de diferentes pigmentos para a fotossíntese

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: “Desafio de Identificação”

Parte A: Ordenação de Imagens (5 minutos)

Exibir 10 imagens ou distribuir cartões impressos aos grupos. Os alunos devem: cards to groups. Students must:

1. Classificar cada uma como “Erva Marinha” ou “Macroalgas”
2. Escrever duas evidências que usaram para cada identificação

Imagens de exemplo podem mostrar:

- Erva-marinha com rizoma e raízes visíveis
- Microalgas castanhas com fixação
- Prado de ervas marinhas visto de cima
- Macroalgas vermelhas em rochas
- Macroalgas verdes Close-up
- Erva-marinha com folhas em forma de fita

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: “Bilhete de Saída de Questionário Rápido”

Os alunos completam individualmente:

1. **Correspondência:** Desenhe linhas para ligar as características ao organismo correto

Pedúnculos para fixação •

Apresentam vasos internos •

Reproduzem-se por esporos •

Raízes e rizomas verdadeiros •

Todas as células fotossintetizam •

Flores e frutos •

• Ervas marinhas

• Macroalgas

2. **Cenário do Mundo Real:** “Estás a fazer snorkeling e encontras um organismo verde debaixo de água colado a uma rocha. Que coisas verias para determinar se é uma erva marinha ou macroalga?”

1 _____

2 _____

3 _____

Critérios de Sucesso Partilhados com os Estudantes:

- Eu consigo listar pelo menos 4 diferenças entre ervas marinhas e macroalgas
- Eu posso usar evidências (o que observo) para identificar se um organismo é uma erva marinha ou uma macroalga
- Eu consigo usar vocabulário científico com rigor (pedúnculo, sistema vascular, esporos, etc.)

ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula)

- Respostas da Fase de Envolvimento: Monitore as respostas iniciais dos estudantes para avaliar os equívocos sobre ervas marinhas vs. macroalgas
- Observação das Fichas de Investigação: Reveja as respostas de grupo às questões de investigação para verificar o rigor da observação e do uso do vocabulário
- Perguntas do Professor: Use perguntas orientadoras para avaliar informalmente a memória e o raciocínio comparativo em tempo real
- Carta Comparativa e Construção Conjunta: Observe as contribuições dos alunos para verificar se as características estão corretamente associadas a cada organismo
- Desafio de Identificação (Ordenação de Imagens): Avalie as classificações e pistas de evidência para avaliar se os alunos aplicaram critérios em vez de se basearem apenas na aparência superficial

Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

- Bilhete de Saída de Questionário Rápido - Tarefa de Correspondência: Pontuar o rigor individual na conexão correta das características ao organismo
- Resposta a Cenários do Mundo Real: Avalie os critérios identificação propostos pelos alunos, verificando o raciocínio baseado em evidências em vez de baseado em cores

Anexo

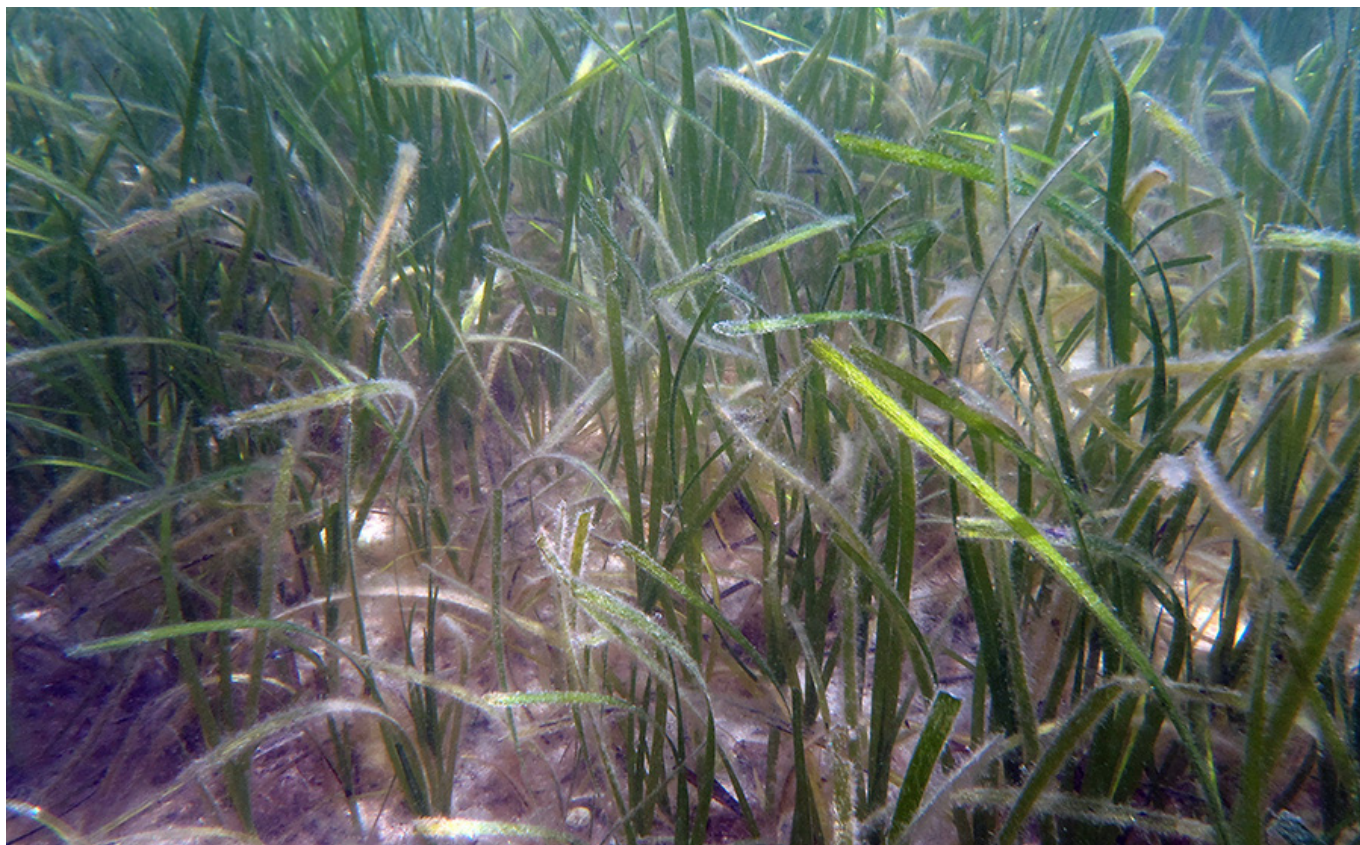
Imagens de ervas marinhas e macroalgas

Ervas marinhas



Cymodocea nodosa (Mar Menor, Múrcia, Espanha; crédito da foto Isabel Rubio Perez/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=25038

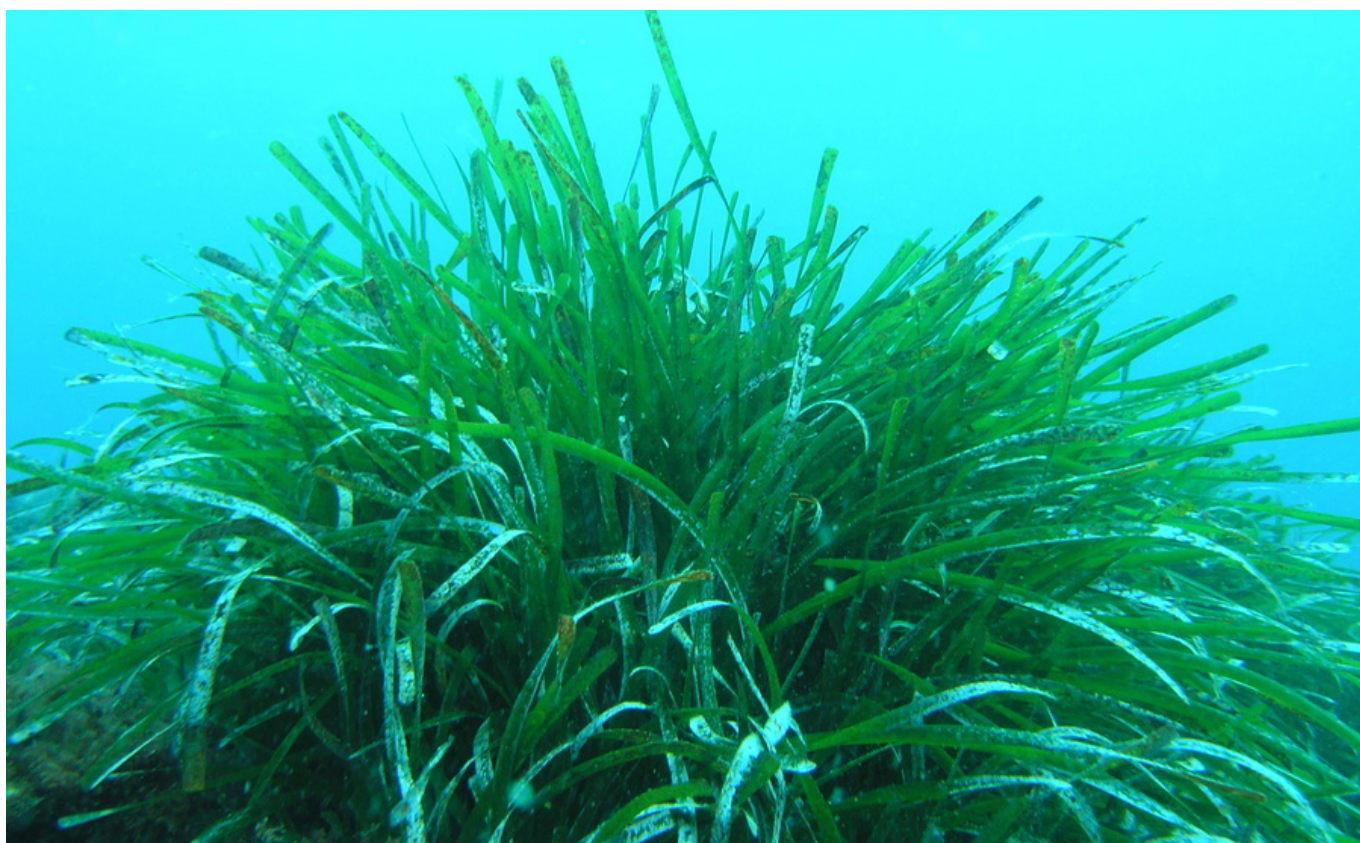


Zostera marina (Ria de Aldan, Galiza, Espanha; crédito fotográfico Ignacio Bárbara/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22743



Zostera noltei a crescer na zona inferior do intertidal, Ria de Arousa, Galiza, Espanha (crédito da foto Ignacio Barbara/AlgaeBase) https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22783



Posidonia oceanica (Portals Vells, Maiorca, Ilhas Baleares, Espanha; crédito fotográfico Eduardo Infantes Ordas/AlgaeBase) https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=11447

Macroalgas verdes



Ulva rigida (Black Hd., Co. Clare, Irlanda; crédito fotográfico Michael Guiry)

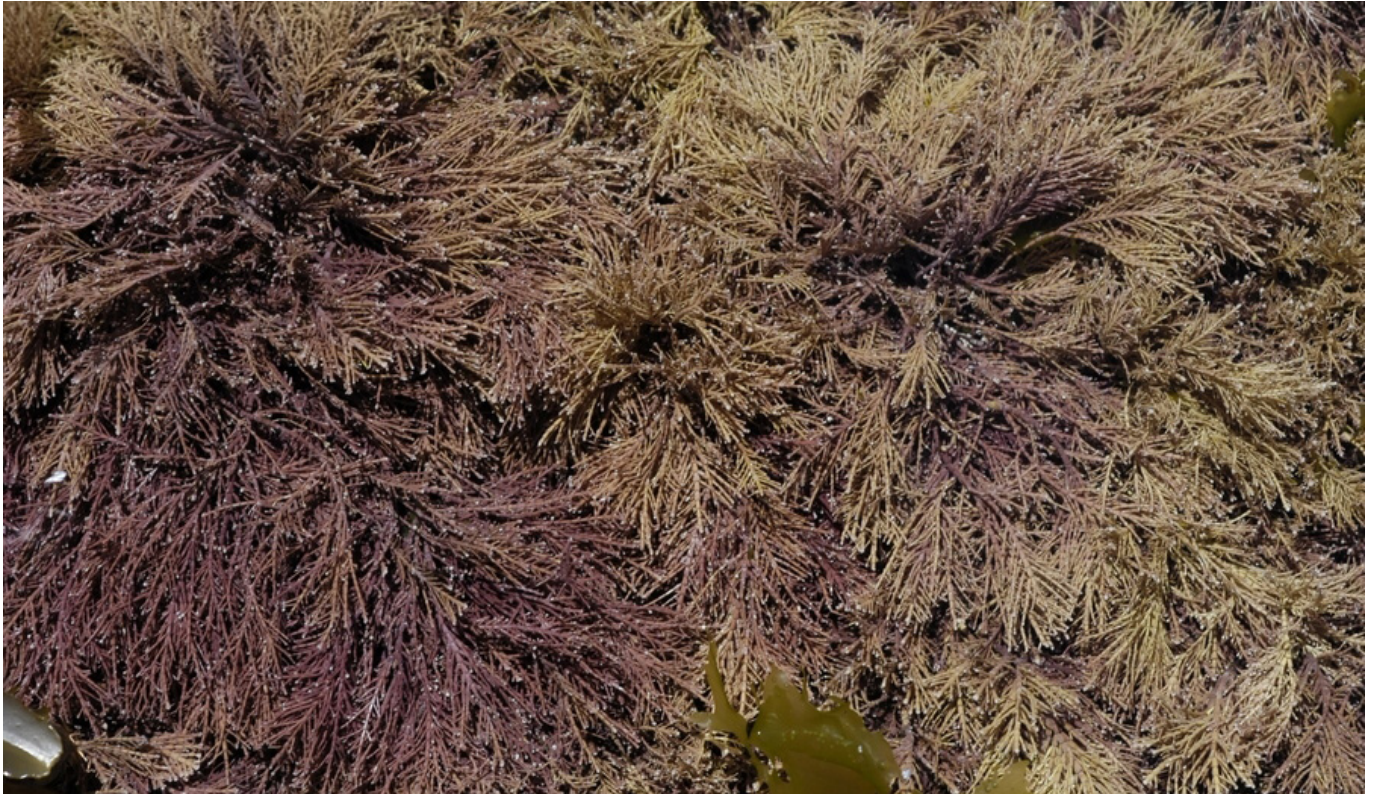
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=3904



Codium fragile (Ria de A Corunha, Galiza, Espanha; crédito fotográfico Ignacio Bárbara/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=12057

Macroalgas vermelhas



Corallina officinalis (Spanish Point, Co. Clare, Irlanda; crédito fotográfico Michael Guiry/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=7285



Gelidium corneum (Sul de Portugal; crédito fotográfico Ignacio Bárbara/AlgaeBase)

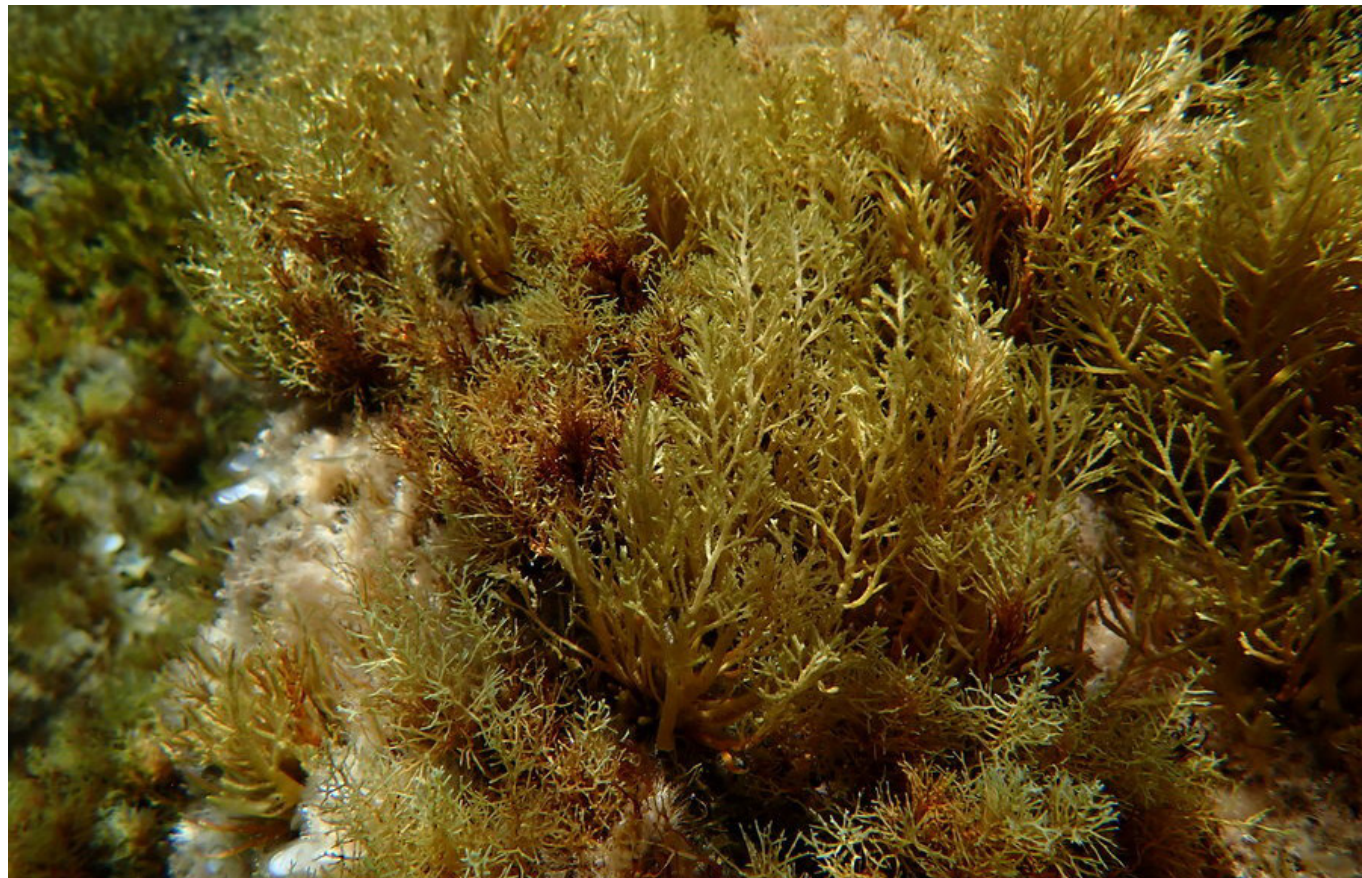
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=18513

Macroalgas castanhas



Fucus vesiculosus (Silverstrand, Co. Galway, Irlanda; crédito fotográfico M.D. Guiry/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=20906



Cystoseira compressa (Pantelleria, sul de Itália; crédito fotográfico G. MarleMa/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=35056

PLANO DE AULA 3. TAXONOMIA DE ERVAS MARINHAS E IDENTIFI- CAÇÃO DE ESPÉCIES

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula introduz os alunos à taxonomia – a ciência de descrever, nomear e classificar organismos – e guia-os na identificação de seis espécies-chave de ervas marinhas. Através de observações práticas e atividades comparativas, os alunos irão focar-se em seis espécies representativas: *Halophila stipulacea*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltei* (uma espécie menor de *Zostera marina*) e *Ruppia maritima* (uma espécie de água salobra). Ao examinar esboços e fotografias, os alunos irão identificar as características distintivas e aprender a reconhecer cada espécie.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Definir taxonomia como a ciência de descrever, nomear e classificar organismos
- Explicar porque é que os cientistas usam a taxonomia para organizar organismos vivos
- Referir que existem aproximadamente 70 espécies de ervas marinhas em todo o mundo
- Nomear seis espécies principais de ervas marinhas: *Halophila stipulacea*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltei* e *Ruppia maritima*
- Descrever características distintivas de cada uma das seis espécies
- Usar corretamente nomenclatura científica convencional (nomes de géneros e espécies)

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Observar e comparar características morfológicas de diferentes espécies de ervas marinhas
- Identificar características distintivas que diferenciam as espécies
- Organizar observações sistematicamente através da comparação de imagens
- Trabalhar colaborativamente para a análise de evidências visuais (esboços e fotografias)

- Justificar a identificação das espécies usando evidência observacional

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Valorizar métodos científicos para organização e comunicação sobre biodiversidade
- Mostrar paciência e atenção ao detalhe durante as atividades de observação

COMPETÊNCIAS-CHAVE DESENVOLVIDAS

Competências em Literacia Científica:

- Observar e registar características de espécies de ervas marinhas
- Identificar espécies-chave usando características morfológicas
- Usar nomenclatura e vocabulário científicos com rigor (taxonomia, género, espécie)
- Documentar semelhanças e diferenças entre espécies
- Desenhar conclusões baseadas em observações visuais

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender a diversidade dentro das espécies de ervas marinhas

Competências Digitais:

- Usar imagens digitais para a observação e identificação científica das espécies
- Navegar pelas bases de dados de espécies (se disponível)

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalhar eficientemente em grupo nas atividades de observação e identificação
- Partilhar observações e contribuir para a compreensão do grupo
- Apoiar a aprendizagem entre pares através da identificação colaborativa das espécies

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Obrigatório:

- Pacotes de Espécies (um por grupo):
 - 3-4 fotografias por espécie de *Halophila stipulacea*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltei* e *Ruppia maritima*
 - 1-2 esboços detalhados por espécie
 - Imagens de detalhe ampliadas (pontas das folhas, rizomas, bainhas, etc.)

Avançado:

- Exemplares reais preservados (se disponíveis)
- Lupas para observação de detalhes
- Vídeos mostrando cada espécie no seu habitat natural (1-2 minutos no total):

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “Galeria de Espécies Misteriosas”

Mostrar 6 imagens não identificadas das seis espécies em foco no quadro/ecrã (ver Anexo):

- *Halophila stipulacea*
- *Cymodocea nodosa*
- *Posidonia oceanica*
- *Zostera marina*
- *Zostera noltei*
- *Ruppia maritima*

Perguntas interativas:

- “Estas são todas ervas marinhas, mas parecem bastante diferentes! Que diferenças notam?”
- Os alunos partilham observações (tamanho, forma das folhas, aparência geral)
- “Como é que os cientistas de todo o mundo falam sobre estes tipos diferentes e garantem que estão a falar da mesma planta?”

Pergunta Chamativa: “Imaginem que são um cientista marinho na Grécia e querem partilhar as vossas descobertas sobre ervas marinhas com um cientista em Portugal. Como se asseguram de que estão a falar exatamente da mesma espécie?”

Intenção de Aprendizagem Partilhada: “No final desta aula, vocês serão capazes de identificar seis espécies-chave de ervas marinhas”.

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade 1: “Equipas de Detetives de Espécies”

Divida a classe em 6 grupos. Cada grupo recebe um “Pacote de Investigação de Espécies “ para uma das seis espécies:

Os Pacotes de Investigação incluem:

- 3-4 fotografias da espécie de diferentes ângulos
- um esboço detalhado mostrando as principais características (ver Anexo)
- Folha de observação em branco

A Ficha de Exercícios de Observação incentiva cada grupo a registar:

A. Características da Folha:

- Forma (oval? tipo fita? em forma de tira?)
- Tamanho (pequeno? médio? grande?)
- Largura (muito estreita? média? larga?)
- Forma da ponta (arredondada? pontiaguda? entalhada?)
- Disposição (como estão as folhas agarradas?)

B. Características do Rizoma e da Raíz:

- Espessura do rizoma (fina? robusta?)
- Apenas rizomas horizontais, ou rizomas horizontais e verticais
- Há alguma característica distintiva nos rizomas?
- Características da raíz

C. Aparência geral:

- Parece delicada ou robusta?
- Alguma estrutura singular (bainhas, fibras, etc.)?

D. Característica Mais Distintiva:

- Qual é a característica que faz esta espécie destacar-se?

Trabalho em Grupo:

- Os grupos examinam cuidadosamente as suas imagens e esboços
- Discutem e registam as observações numa ficha de trabalho
- O professor circula e faz perguntas orientadoras:
 - “Qual é a primeira coisa que notam em relação às folhas?”
 - “Como descreveriam a forma da folha a alguém que não consegue ver a foto?”
 - “O que torna esta espécie diferente das outras que já viram?”

Rotação Rápida da Galeria:

- Cada grupo exhibe o seu pacote e ficha de exercícios na sua mesa
- Os grupos rodam rapidamente para observar diferenças entre as três espécies

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Apresentação Interativa Liderada pelo Professor:

Parte A: O que é a Taxonomia e Porque Precisamos dela?

- Os cientistas organizam os organismos numa hierarquia para dar sentido à diversidade.
- **Taxonomia** = ciência de identificar, nomear e classificar organismos vivos, ou seja, organiza organismos a partir de grandes grupos para grupos muito pequenos. No topo, os or-

- ganismos partilham apenas algumas coisas gerais. À medida que descemos, eles partilham cada vez mais similaridades.
- Para todas as espécies vivas: **Domínio → Reino → Filo → Classe → Ordem → Família → Género → Espécie**
- Os cientistas em diferentes países falam línguas diferentes, mas os nomes científicos são universais
- Os esforços de conservação precisam de identificação precisa
- A investigação exige saber exatamente qual a espécie que está a ser estudada

Porque é que a taxonomia é importante:

- Há ca. **70 espécies de ervas marinhas** em todo o mundo – precisamos de organização

Scientific Naming Convention:

Género	Espécie em Foco	Características distintivas
<i>Halophila</i>	<i>Halophila stipulacea</i>	Folhas pequenas em pares, lâminas oblongo-elípticas, bainhas transparentes, aparência delicada Rizoma rastejante com um rebento lateral curto e ereto e uma raiz não ramificada em cada nó. Cada rebento lateral tem 2 bainhas na base e um par de folhas pecioladas no topo. Rebento apical com 3 pares de folhas. Bainhas transparentes, cobrindo os pequenos pecíolos. Lâminas oblongas, elípticas, até 6 cm de comprimento, 10 mm de largura; margem serrilhada; nervura central e nervuras laterais intramarginais ligadas por nervuras transversais.
<i>Cymodocea</i>	<i>Cymodocea nodosa</i>	Folhas estreitas em forma de tira, rizomas verticais, entrenós longos, brancos ou cor-de-rosa dos rizomas horizontais Rizoma horizontal com diâmetro até 4 mm, com ramos laterais; em cada nó, 1 raiz fortemente ramificada e um caule curto e ereto com 2-5 folhas. A bainha foliar é linear e, após cair, deixa uma cicatriz circular fechada no caule ereto. Lâminas foliares lineares, com até 30-40 cm de comprimento e 2-4 mm de largura, com 7-9 nervuras longitudinais*; ápice arredondado, algumas vezes ligeiramente entalhados. *As nervuras são observadas na superfície da lâmina com uma lupa ou um estereoscópio, e numa secção transversal sob um microscópio.
<i>Posidonia</i>	<i>Posidonia oceanica</i>	Folhas robustas e largas, restos fibrosos castanhos nos rizomas (como um pincel!) Rizomas verticais ligados a rizomas horizontais que ramificam. Diâmetro do rizoma de 5-10 mm. Raízes com 3-4 mm de espessura, até 40 cm de comprimento e ricamente ramificadas. Os feixes foliares consistem em 5 a 10 folhas ligadas a um rizoma vertical. Folhas em forma de tira com 5-12 mm de largura e 40-50 cm de comprimento, até 1 m, com 13-17 nervuras longitudinais; ápice obtuso a emarginado. A erva marinha mais robusta do Mediterrâneo. Numerosos restos fibrosos castanhos de bainhas antigas cobrem os rizomas como um pincel.

Género	Espécie em Foco	Características distintivas
<i>Zostera</i>	<i>Zostera marina</i>	Folhas longas em forma de fita, apenas rizomas horizontais. Apenas rizomas horizontais com entrenós de 1-3 cm de comprimento. Lâminas foliares com 30-60 cm de comprimento, 3-12 mm de largura; nervuras longitudinais 5-11; ápice da lâmina arredondado a ligeiramente mucronado. A bainha das folhas está fechada.
<i>Zostera</i>	<i>Zostera noltei</i>	Muito mais pequena que a <i>Zostera marina</i> , folhas em forma de fita mas muito estreitas. Apenas rizomas horizontais. Lâminas foliares até 30 cm de comprimento e 0.5-1.5 mm de largura, com 3 nervuras longitudinais; o ápice é frequentemente entalhado de forma assimétrica. Bainha das folhas aberta.
<i>Ruppia</i>	<i>Ruppia maritima</i>	Aparência muito esguia - folhas extremamente estreitas Caules muito esguios, com até 40 cm de comprimento, ramificados. Folhas com 0.4-1.0 mm de largura, 2-11.5 cm de comprimento, com extremidades pontiagudas. As folhas são mantidas em bainhas membranosas. Rizomas horizontais esguios (largura 0.8-1.0 mm) com raízes finas.

- Nomes em duas partes: **Género** (a primeira letra maiúscula) + **espécie** (minúsculas)
- Escrito em itálico: *Posidonia oceanica*
- *Posidonia* = género (como um apelido de família)
- *oceanica* = espécie (como um primeiro nome)
- Written in italics: *Posidonia oceanica*
- *Posidonia* = genus (like a family surname)
- *oceanica* = species (like a first name)
- go-elípticas (não em forma de tira)
- Aparência pequena e delicada
- Bainhas transparentes na base da folha
- Petíolos curtos (caules foliares)
- Muito diferente das outras cinco espécies

2. *Cymodocea nodosa*

- **Característica mais distintiva:** Entrenós longos, brancos ou rosados de rizomas horizontais + rizomas verticais (caules eretos)
- Folhas estreitas em forma de tira (30-40 cm de comprimento, 2-4 mm de largura)
- Folhas geralmente 2 a 5 por rebento
- Ponta da folha arredondada ou ligeiramente entalhada

3. *Posidonia oceanica*

- **Característica mais distintiva:** Restos fibrosos castanhos de bainhas antigas que cobrem rizomas (parece um pincel)

Part B: Os seis Géneros de Ervas Marinhas & a Nossa Espécie em Foco

Apresentação detalhada de cada espécie de cada grupo, apoiada pelo professor (use imagens/ esboços):

Apresentação detalhada de cada espécie de cada grupo, apoiada pelo professor (use imagens/ esboços):

1. *Halophila stipulacea*

- **Característica mais distintiva:** Folhas pequenas emparelhadas, lâminas oblon-

- Folhas largas em forma de tira (5-12 mm de largura)
- Pode crescer muito (40-50 cm, até 1 m)
- 5-10 folhas por feixe
- Erva marinha muito robusta

4. *Zostera marina*

- **Característica mais distintiva:** Folhas em forma de fita com bainhas fechadas, apenas rizomas horizontais
- Tamanho moderado a robusto
- Folhas com 30-60 cm de comprimento, 3-12 mm de largura
- Ponta arredondada a ligeiramente pontiaguda
- 3-7 folhas por rebento

5. *Zostera noltei*

- **Característica mais distintiva:** Muito menor que a *Zostera marina*, folhas em forma de fita, mas muito estreitas (0.5-1.5 mm de largura), apenas rizomas horizontais
- Apenas 3 nervuras longitudinais (comparado com 5-11 em *Zostera marina*)
- Ápice da folha frequentemente entalhado de forma assimétrica
- Bainha aberta (vs. fechada na *Zostera marina*)
- Frequentemente encontrada na zona intertidal

6. *Ruppia maritima*

- **Característica mais distintiva:** Aparência esguia - folhas extremamente estreitas (0.4-1.0 mm de largura)

- Folhas de 2.0 a 11.5 cm de comprimento com ápices pontiagudos e dentados
- Rizomas finos e esguios (0.8-1.0 mm de largura)
- Encontrada em ambientes de água salobra
- **Nota:** Os cientistas debatem se as espécies de *Ruppia* devem ser classificadas como “verdadeiras” ervas marinhas

Verificação interativa usando imagens:

- Mostre a imagem: “Qual espécie tem folhas pequenas emparelhadas, lâminas oblongo-elípticas?” (*Halophila stipulacea*)
- Mostre a imagem: “Qual delas tem os rizomas fibrosos em forma de ‘pincel’?” (*Posidonia oceanica*)
- Mostre a imagem: “Qual tem internós de rizoma longos branco/rosa?” (*Cymodocea nodosa*)

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: “Desafio de Identificação de Espécies”

Parte A: Quadro Comparativo para Grupos

Os alunos trabalham nos seus grupos originais de 3-4. Cada grupo recebe um quadro comparativo em branco com as seis espécies.

Chart Template

Tarefa:

Os grupos trabalham em conjunto para preencher o quadro com base em:

- A sua própria espécie da Fase 2

Característica	<i>Halophila stipulacea</i>	<i>Cymodocea nodosa</i>	<i>Posidonia oceanica</i>	<i>Zostera marina</i>	<i>Zostera noltei</i>	<i>Ruppia maritima</i>
Forma da Folha						
Largura da Folha						
Característica do Rizoma						
Característica Mais Distintiva						

- Informação da explicação de outros grupos
- Observação da galeria em rotação

O professor circula, questionando:

- “Qual espécie tem as folhas mais largas?”
- “Qual é a espécie mais delicada?”
- “O que é semelhante entre a *Cymodocea* e a *Zostera*? O que é diferente?”
- “Como distinguem imediatamente a *Halophila* das outras cinco espécies?”

Parte B: Jogo de Identificação

O Professor mostra 8-10 imagens em algaebase.org (mistura das seis espécies, várias imagens por espécie). As imagens devem mostrar diferentes ângulos, estados de crescimento ou contextos de habitat.

Os alunos trabalham em pares com mini-quadros brancos ou papel:

- O Professor mostra cada imagem durante 30 segundos
- Os pares escrevem qual a espécie que pensam que é
- Revelação rápida e pontuação

Discussão após o Jogo:

- “Que espécie foi mais fácil de identificar? Porquê?”
- “Que características procuraram primeiro?”
- “Que espécies eram mais parecidas entre si?”

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Bilhete de Saída - “Identificação de Espécies & Verificação de Taxonomia”

Os alunos completam individualmente:

Parte 1: Identificação de Espécies

[Forneça 4 pequenas imagens, uma de cada espécie] Associar cada imagem ao nome correto da espécie:

Imagem A: _____

Imagem B: _____

Imagem C: _____

Imagem D: _____

Parte 2: Nomenclatura Científica

No nome *Cymodocea nodosa*, faça um círculo no nome do género.

Parte 3: Reflexão

Para mim, a espécie mais fácil de identificar é

_____ porque:

ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

- Os alunos examinam sistematicamente materiais visuais
- Os alunos registam observações precisas em fichas de exercícios
- Os estudantes identificam características morfológicas distintivas
- Os alunos participam em discussões produtivas de comparação de espécies
- Os alunos usam o vocabulário descritivo adequadamente
- Durante a explicação: “Que espécie tem folhas emparelhadas?”
- Durante a elaboração: “Como é que distinguem estas duas espécies?”
- Anote perguntas dos estudantes sobre espécies menos familiares
- Avalie a compreensão de semelhanças e diferenças
- Identifique erros comuns ou equívocos
- Acompanhe que espécies os alunos identificam corretamente/incorrectamente
- Anote quais as imagens que causam mais confusão

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

1. Atividade de Avaliação de Bilhetes de Saída (descrita acima)

2. Critérios de Sucesso Partilhados com os Estudantes:

- Eu consigo reconhecer as seis espécies através de fotografias
- Eu consigo nomear pelo menos uma característica distintiva para cada espécie
- Eu posso explicar o que torna cada espécie diferente das outras
- Eu sei identificar o género num nome científico

Anexo

Para além das fotografias fornecidas abaixo, professores e/ou alunos são incentivados a pesquisar na base de dados Algae-Base (<https://www.algaebase.org/>) fotos adicionais representativas de cada espécie, introduzindo o nome científico (género + espécie) na barra de pesquisa.



Figura 1. *Halophila stipulacea* (Tanzânia; crédito fotográfico Katrin Oesterlund/Algaebase)
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=12438



Figura 2. *Cymodocea nodosa* (Mar Menor, Múrcia, Espanha; crédito da foto Isabel Rubio Perez/AlgaeBase)
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=25038

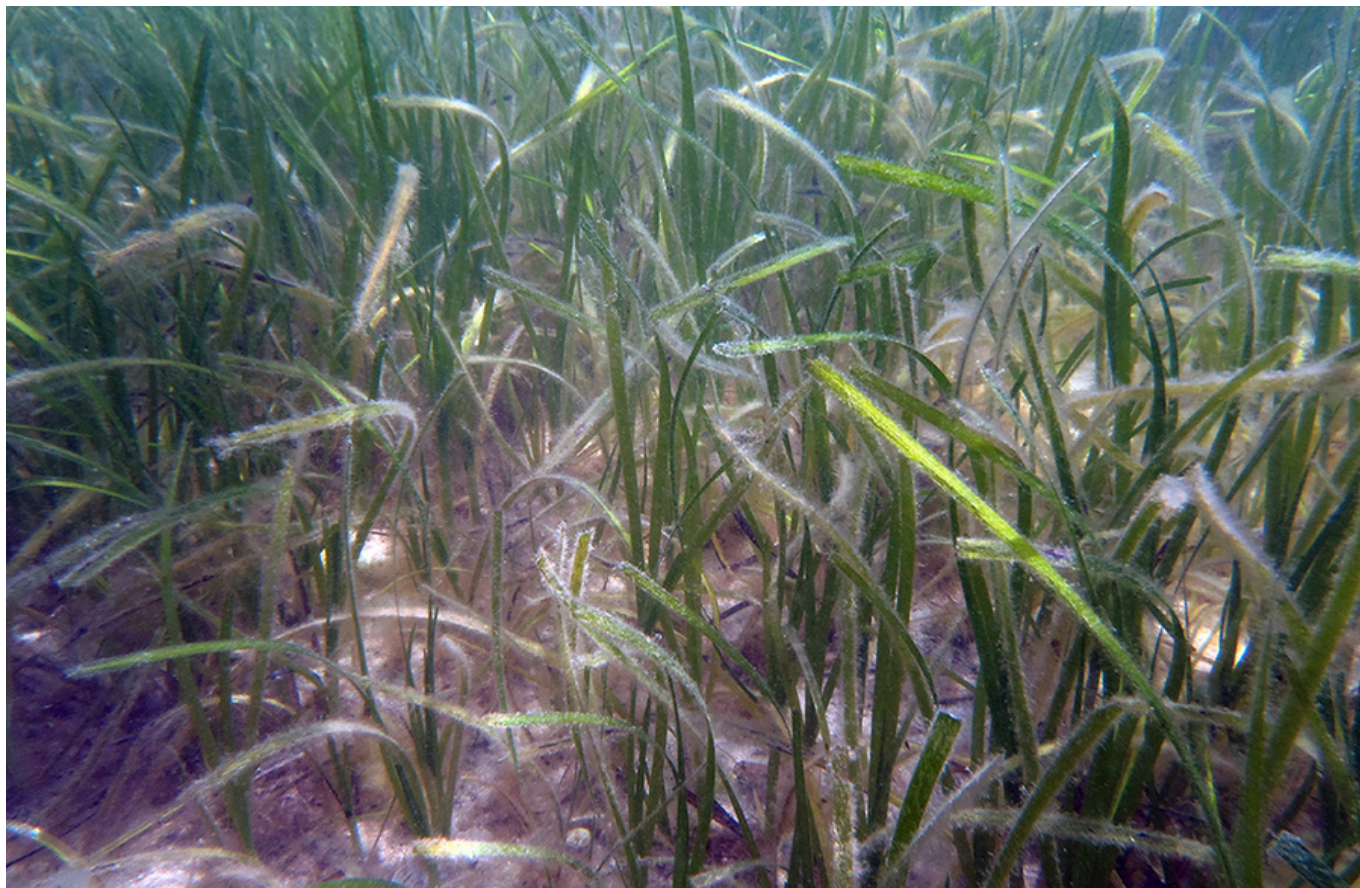


Figura 3. *Zostera marina* (Ria de Aldan, Galiza, Espanha; crédito fotográfico Ignacio Bárbara/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22743



Figura 4. *Zostera noltei* a crescer na zona intertidal inferior, Ria de Arousa, Galiza, Espanha (crédito da foto Ignacio Barbara/AlgaeBase)

https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=22783

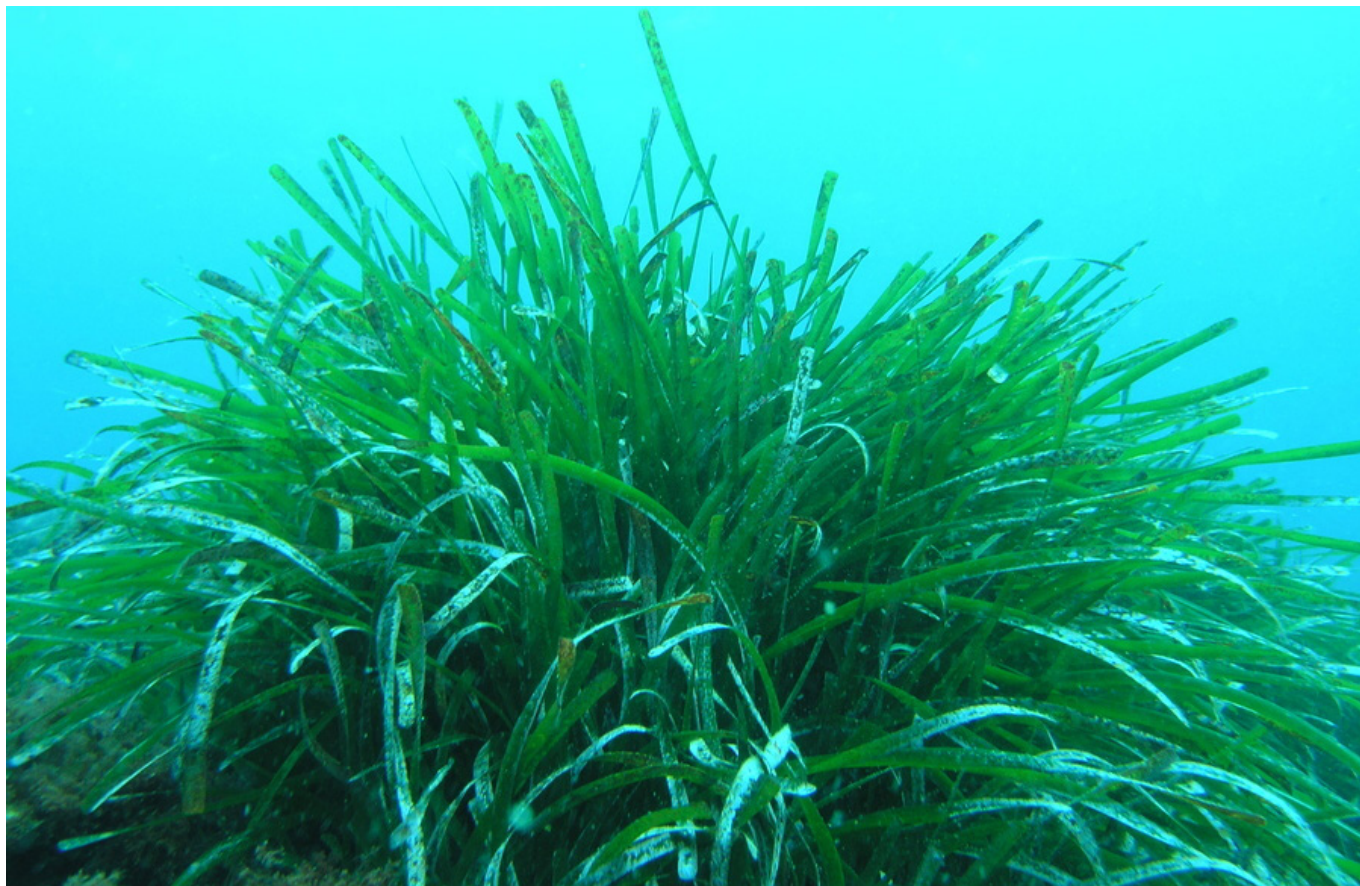


Figura 5. *Posidonia oceanica* (Portals Vells, Maiorca, Ilhas Baleares, Espanha; crédito fotográfico Eduardo Infantes Ordas/AlgaeBase)
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=11447



Figura 6. *Ruppia maritima* (Indian River Lagoon; crédito da foto Diane LiMer/Algaebase)
https://www.algaebase.org/search/images/detail/?img_id=13956

Fotografia representativa e esboço de cada espécie

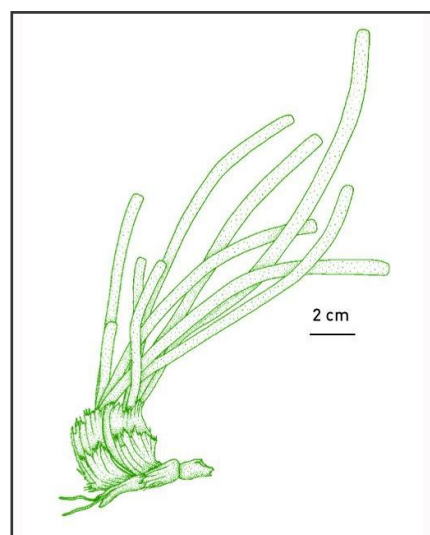
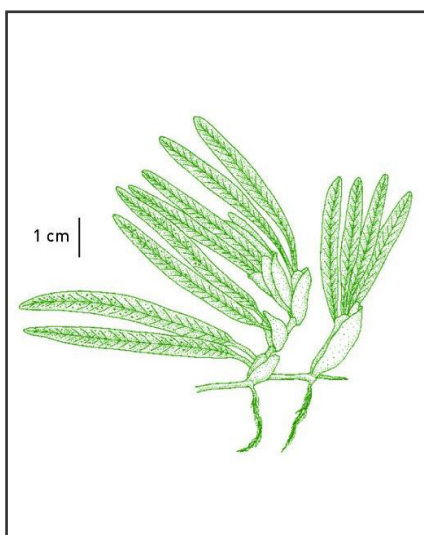
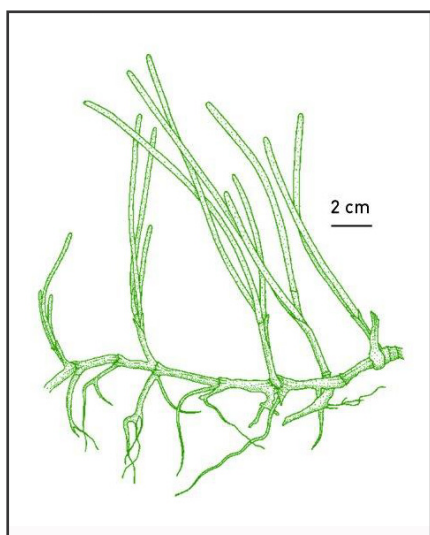


Figura 7

Cymodocea nodosa
(crédito da foto Paraskevi Malea; Representação esquemática de Green E.P. e Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Preparado pelo Centro de Monitorização da Conservação Mundial UNEP. University of California Press, Berkeley, EUA)

Figura 8

Halophila stipulacea
(crédito da foto Paraskevi Malea; Representação esquemática de Green E.P. e Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Preparado pelo Centro de Monitorização da Conservação Mundial UNEP. University of California Press, Berkeley, EUA)

Figura 9

Posidonia oceanica
(crédito da foto Paraskevi Malea; Representação esquemática de Green E.P. e Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Preparado pelo Centro de Monitorização da Conservação Mundial UNEP. University of California Press, Berkeley, EUA)

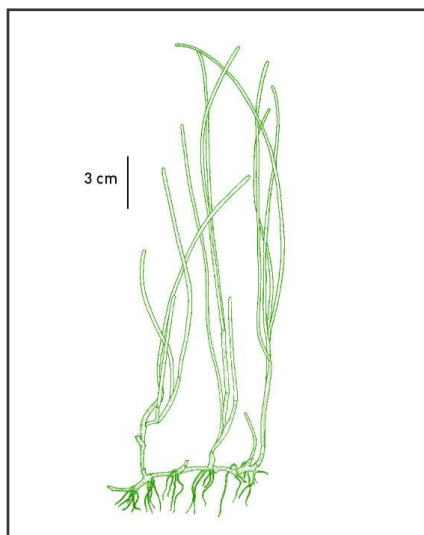
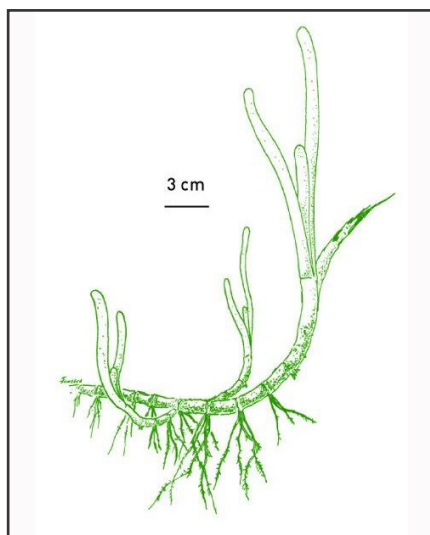


Figura 10

Zostera marina

(crédito da foto: Michael Guiry/AlgaeBase; Representação esquemática de Green E.P. e Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Preparado pelo Centro de Monitorização da Conservação Mundial UNEP. University of California Press, Berkeley, EUA)

Figura 11

Zostera noltei

(crédito da foto: Michael Guiry/AlgaeBase; Representação esquemática de Green E.P. e Short F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. Preparado pelo Centro de Monitorização da Conservação Mundial UNEP. University of California Press, Berkeley, EUA)

Figura 12

Ruppia maritima

(crédito da foto Paraskevi Malea; Representação esquemática de T. Kevrekidis et al., 2024. Exploring the coastal lagoons, Fundação Helénica para Investigação e Inovação)

PLANO DE AULA 4. DISTRIBUIÇÃO MUNDIAL DAS ERVAS MARINHAS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula explora a distribuição global das ervas marinhas e introduz os alunos ao conceito de bioregiões de ervas marinhas – grandes áreas geográficas com conjuntos de espécies de ervas marinhas características. Com base no conhecimento taxonómico adquirido na Aula 3, os alunos irão descobrir que as ervas marinhas crescem em todos os continentes, exceto na Antártida, com aproximadamente 160 países que albergam pradarias de ervas marinhas. Através de atividades baseadas em mapas e análise comparativa, os alunos irão explorar as seis bioregiões de ervas marinhas (quatro temperadas, duas tropicais) e compreender como a diversidade de ervas marinhas varia em todo o planeta. A aula conclui com uma análise focada das espécies de ervas marinhas que ocorrem nas águas costeiras da Europa, conectando os padrões globais à relevância local.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Identificar que as ervas marinhas ocorrem em zonas costeiras de mais de 160 países em todo o mundo
- Reconhecer que as ervas marinhas estão ausentes apenas nas costas da Antártida
- Definir uma bioregião como uma área geográfica com conjuntos característicos de ervas marinhas
- Nomear as seis bioregiões globais de ervas marinhas: Atlântico Norte Temperado, Atlântico Tropical, Mediterrâneo, Pacífico Norte Temperado, Indo-Pacífico Tropical e Oceanos do Sul Temperado
- Distinguir entre bioregiões temperadas e tropicais
- Identificar os três centros com elevada diversidade de ervas marinhas (Sudeste Asiático, Japão/Coreia, sudoeste da Austrália)

- Nomear pelo menos 3-5 espécies de ervas marinhas encontradas em águas costeiras europeias (*Posidonia oceanica*, *Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa*, *Halophila stipulacea*)
- Reconhecer que o Mediterrâneo é uma bioregião de diversidade moderada dominada pela *Posidonia oceanica*
- Reconhecer que o Atlântico Norte Temperado é uma bioregião de baixa diversidade dominada pela *Zostera marina*

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Ler e interpretar mapas de distribuição global
- Localizar bioregiões num mapa-mundo

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Desenvolver a consciencialização sobre as espécies locais de pradarias marinhas e o seu contexto bioregional
- Reconhecer a cooperação internacional como muito importante na conservação das ervas marinhas nas várias bioregiões

COMPETÊNCIAS-CHAVE DESENVOLVIDAS

Competências em Literacia Científica:

- Identificar espécies-chave dentro de bioregiões específicas
- Usar terminologia geográfica com rigor (bioregião, distribuição, temperada, tropical)
- Interpretar mapas científicos e visualizações de biodiversidade

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender os padrões biogeográficos

Competências Digitais:

- Utilizar mapas digitais

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalhar eficazmente em grupo em atividades de análise geográfica
- Partilhar descobertas sobre as diferentes bioregiões de ervas marinhas
- Compreender que a conservação de ervas marinhas requer cooperação internacional.

• MATERIAIS NECESSÁRIOS

Obrigatório:

- Mapa grande do mundo (cartaz impresso ou projeção digital) para uso de toda a classe
- 6 cartões de informação de bioregião (um por grupo) (informação no Currículo SEA-QUEST para Professores)
- Mapa global da biodiversidade das ervas marinhas (ver Anexo, Fig. 1)
- Mapa das bioregiões de ervas marinhas (ver Anexo, Fig. 2)
- Quadro comparativo de bioregiões em branco (um por par de aluno)
- Mini esboços do mapa-mundo (um por grupo para a atividade de colorir) (ver Anexo, Fig. 3)
- Imagens ou ilustrações das 5 espécies de ervas marinhas que ocorrem nas águas costeiras da Europa

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “Viagem pelas Ervas Marinhas”

Exiba um mapa-mundo em branco no quadro/ ecrã com 6-8 locais costeiros com pontos de interrogação (por exemplo, Mar Mediterrâneo, Caraíbas, Austrália, Atlântico Norte, Japão, África Oriental, Antártida).

Inquérito interativo:

- “Vou mostrar-vos um local costeiro. Mostrem-me um polegar para cima se achas que nela crescem ervas marinhas, polegar para baixo se acharem que não crescem.”
- Mostre cada local um a um
- Os alunos votam com os polegares
- Faz a conta: Quantos locais têm ervas marinhas?

Revelação-surpresa: “As ervas marinhas crescem em mais de 160 países em todo o mundo – em todos os continentes exceto um! Alguém consegue adivinhar qual é o continente que não tem ervas marinhas?”

Resposta: Antártida

Pergunta Chamativa: “Alguns locais têm 5 espécies de ervas marinhas, enquanto outros têm 24 espécies! Porque é que algumas regiões têm maior diversidade de espécies de ervas marinhas do que outras?”

Intenção de Aprendizagem Partilhada: “Hoje vamos embarcar numa viagem global para descobrir onde vivem as ervas marinhas, por que

certas regiões têm mais espécies, e que espécies de ervas marinhas crescem aqui mesmo nas águas europeias.”

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade 1: “Cartas de Explorador de Bioregião”

Divida a classe em 6 grupos. Cada grupo recebe um cartão de informação sobre uma bioregião, além de um mini esboço do mapa-mundo (Fig. 3).

Cada cartão de bioregião inclui:

- Nome da bioregião e localização
- Número de espécies
- Foto/ilustração

As Seis Bioregiões (distribuídas pelo Professor):

- 1. Atlântico Norte Temperado** (5 espécies)
 - Localização: Carolina do Norte, EUA até Portugal
- 2. Atlântico tropical** (10 espécies)
 - Localização: Caraíbas, Golfo do México, Bermudas, Bahamas, ambas as costas do Atlântico tropical
- 3. Mediterrânea** (9 espécies)
 - Localização: Mar Mediterrâneo, Mares Negro, Cáspio e de Aral, noroeste de África
- 4. Pacífico Norte Temperado** (15 espécies)
 - Localização: da Coreia à Baja, México

5. Indo-Pacífico Tropical (24 espécies)

- Localização: África Oriental, Sul da Ásia, Austrália tropical até ao Pacífico oriental

6. Oceanos do Sul Temperado (18 espécies)

- Localização: Nova Zelândia, Austrália temperada, América do Sul, África do Sul

Tarefa de Grupo:

1. Leiam juntos a vossa carta de bioregião
2. Coloquem a vossa bioregião no mapa-mundo pequeno
3. Preparem-se para partilhar três factos-chave com a turma:
 - Onde está localizada?
 - Quantas espécies tem?

Passeio pela Aula: Os grupos rodam rapidamente para ver os mapas de outras bioregiões

Atividade 2: “Pontos Quentes de Diversidade”

O Professor apresenta o mapa global da biodiversidade das ervas marinhas mostrando gradientes de cor (mais escuro = mais espécies)

Observação guiada:

- “Olhem para este mapa. Onde veem as cores mais escuras (a maioria das espécies)?”
- “Que padrão notam? As áreas de maior diversidade estão próximas umas das outras ou espalhadas?”

Pontos-chave a destacar:

- Três centros de alta diversidade: Sudeste Asiático (maior), Japão/Coreia, sudoeste da Austrália
- Os três situam-se no Hemisfério Leste
- Outra diversidade significativa: sul da Índia, leste de África

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Apresentação Interativa Liderada pelo Professor:

Parte A: Padrões de Distribuição Global

Usando um grande mapa-mundo ou projeção digital:

Presença mundial:

- As ervas marinhas ocorrem em mais de 160 países
- Encontram-se em todas as águas costeiras, exceto nas costas da Antártida
- Porque não na Antártida? (frio extremo, pouca luz disponível)
- A *Zostera marina* atravessa o Círculo Polar Ártico na Europa e ocorre no norte do Pacífico

Géneros Temperados vs. Tropicais:

- **7 géneros tropicais:** *Thalassia*, *Halophila*, *Syringodium*, *Halodule*, *Cymodocea*, *Thalassodendron*, *Enhalus*
- **5 géneros temperados:** *Zostera*, *Phyllospadix*, *Heterozostera*, *Posidonia*, *Amphibolis*

Exceção importante: Estas categorias não são rígidas.

- Uma espécie de *Cymodocea* (género tropical), nomeadamente a *Cymodocea nodosa*, prospera no Mediterrâneo temperado
- Espécies de *Zostera* (género temperado) são também encontradas em costas tropicais

Parte B: As Seis Bioregiões Globais de Ervas Marinhas

O que é uma Bioregião?

- Vasta área geográfica com conjuntos característicos de ervas marinhas.
- Conjunto: grupos de diferentes espécies que coexistem no mesmo local e tempo

Quatro Bioregiões Temperadas:

o grupo de alunos correspondente apoia o Professor

1. **Atlântico Norte Temperado** (menor diversidade, 5 espécies)
2. **Pacífico Norte Temperado** (alta diversidade, 15 espécies)
3. **Mediterrâneo** (diversidade moderada, 9 espécies, mistura temperada/tropical)
4. **Oceanos do Sul Temperado** (baixa a alta diversidade, 18 espécies)

Duas Bioregiões Tropicais (o grupo de alunos correspondente apoia o Professor):

1. **Atlântico Tropical** (alta diversidade, 10 espécies)
2. **Indo-Pacífico Tropical** (maior diversidade, 24 espécies – maior bioregião)

No final da tarefa, o Professor apresenta a Fig. 2, onde todas as bioregiões são apresentadas.

Parte C: Foco nas águas costeiras da Europa

Espécies de Ervas Marinhas na Europa: Cinco espécies principais nas águas costeiras da Europa

- ***Posidonia oceanica*** – a super-estrela Mediterrânica
- ***Zostera marina*** – Amplamente distribuída

- ***Zostera noltei*** – Mais pequena
- ***Cymodocea nodosa*** – Mediterrâneo e no Atlântico de Portugal e África
- ***Halophila stipulacea*** – Originalmente no Oceano Índico e Mar Vermelho, introduzida no Mediterrâneo através do Canal de Suez

Além disso: *Ruppia maritima* (espécie de água salobra, alguns debatem se é uma “verdadeira” erva marinha)

Características da Bioregião Mediterrânica:

Distribuição geográfica: Mediterrâneo, Mares Negro, Cáspio e Aral, Noroeste de África

Diversidade de Espécies: Diversidade moderada de ervas marinhas, mistura de espécies temperadas/tropicais (9 espécies)

Espécie dominante: *Posidonia oceanica* (endémica do Mar Mediterrâneo – encontrada apenas aqui)

Temperate North Atlantic Bioregion Characteristics:

Distribuição geográfica: Carolina do Norte, EUA até Portugal

Diversidade de espécies: Ervas marinhas de baixa diversidade (5 espécies)

Espécie dominante: *Zostera marina*

Verificação interativa:

- “Que bioregião tem mais espécies? (Indo-Pacífico Tropical: 24)”
- “Qual tem menos? (Norte Atlântico Temperado: 5)”
- “Nomeiem uma espécie de erva marinha que ocorra nas águas europeias” (múltiplas respostas aceites)

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: “Comparação de Bioregiões & Correspondência de Espécies Europeias”

Parte A: Análise de Dados de Bioregião

Os alunos trabalham em pares. Forneça uma tabela comparativa:

Bioregião	Número de espécies	Temperado ou tropical?
Atlântico Norte Temperado	5	Temperado
Atlântico Tropical	10	Tropical
Mediterrâneo	9	Misto
Pacífico Norte Temperado	15	Temperado
Indo-Pacífico Tropical	24	Tropical
Oceanos do Sul Temperado	18	Temperado

Perguntas de Análise (os alunos discutem e registam respostas):

1. Que bioregião tem a maior diversidade?
 - Indo-Pacífico Tropical (24)
2. Que padrão conhecem entre as bioregiões temperadas e tropicais?
 - Ambas podem ter grande diversidade, mas o Indo-Pacífico Tropical é o mais elevado

Parte B: Atividade de Detetive de Correspondências de Ervas Marinhas:

Mostrar 5 breves descrições ou imagens. Os estudantes associam-nas ao nome correto da espécie de erva marinha.

Pistas:

1. “Sou a campeã do Mediterrâneo, com restos fibrosos nos meus rizomas como um pincel.”
 - Resposta: *Posidonia oceanica*
2. “Encontro-me ao longo de todas as costas do norte da Europa e até consigo sobreviver no Ártico. As minhas folhas são fitas longas.”
 - Resposta: *Zostera marina*
3. “Sou o primo mais pequeno de outra espécie de *Zostera*.”
 - Resposta: *Zostera noltei*
4. “Sou de um género tropical, mas adaptei-me ao Mediterrâneo. Tenho rizomas horizontais longos, brancos ou cor-de-rosa.”
 - Resposta: *Cymodocea nodosa*
5. “Sou recém-chegada ao Mediterrâneo! Provavelmente cheguei pelo Canal de Suez e tenho pequenas folhas ovais dispostas em pares.”
 - Resposta: *Halophila stipulacea*

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Bilhete de Saída - “Verificação da Distribuição Global de Ervas Marinhas”

Os alunos completam individualmente:

Part 1: Global Distribution

1. As ervas marinhas _____
_____países em todo o mundo.
a) 50 b) 100 c) 160 d) 200
2. O único continente sem ervas marinhas é
_____.
3. Verdadeiro ou Falso: Todas as bioregiões
tropicais têm mais espécies do que todas as
bioregiões temperadas. _____

Parte 2: Bioregiões

4. Qual a bioregião que tem a maior variedade
de ervas marinhas? a) Mediterrâneo b) Atlân-
tico Tropical c) Indo-Pacífico Tropical d) At-
lântico Norte Temperado
5. A bioregião mediterrânica é dominada por
que espécies? a) *Zostera marina* b) *Posidonia
oceanica* c) *Thalassia testudinum* d) *Haloph-
ila stipulacea*
6. Indique o nome de uma espécie de erva
marinha: _____

Parte 3: Competências em Leitura de Mapas

Forneça um pequeno mapa-mundo e peça aos
alunos para lerem as 6 bioregiões.

Parte 4: Reflexão

Uma coisa que me surpreendeu na dis-
tribuição global de ervas marinhas:

ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação Du- rante o Trabalho em Grupo:

- Os alunos localizam com rigor a sua bi-
oregião nos mapas
- Os alunos identificam característi-
cas-chave nas suas cartas de bioregiões
- Os alunos participam em discussões
produtivas sobre geografia
- Os alunos participam na observação ro-
tativa das cartas de bioregiões

2. Inquérito ao longo da aula:

- Atividade de abertura: “Que continente
não tem ervas marinhas? Porquê?”
- Durante a explicação: apontem para o
mapa das bioregiões para identificação

3. Apresentações em Grupo:

- Qualidade de três factos-chave partilha-
dos sobre a bioregião atribuída
- Rigor na coloração do mapa

4. Monitorização do Trabalho em Pares:

- Ouça as discussões de análise durante a
atividade de comparação
- Verifique o raciocínio para o reconheci-
mento de padrões
- Avalie o rigor da atividade de corre-
spondência
- Note equívocos que surjam em toda a
classe

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

1. Avaliação do Bilhete de Saída
2. Conhecimento Factual
3. Competência Geográfica

CrITÉrios de Sucesso Partilhados com os Estudantes:

- Eu consigo nomear as seis bioregiões globais de ervas marinhas
- Eu consigo identificar qual a bioregião com maior diversidade
- Eu consigo nomear pelo menos três espécies de ervas marinhas
- Eu consigo localizar as principais bioregiões num mapa-mundo

Anexo

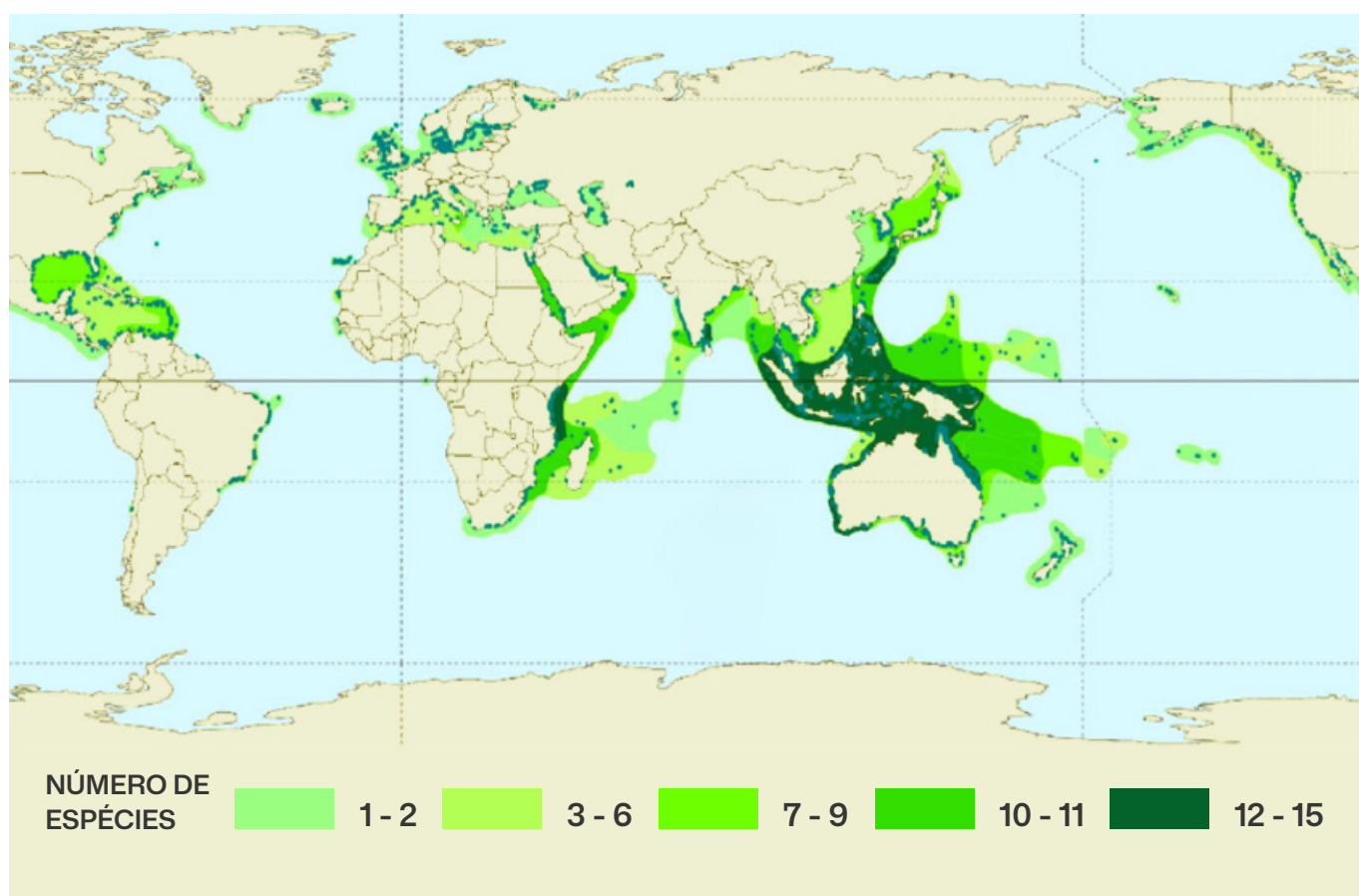


Figura 1. Diversidade e distribuição global de ervas marinhas. Tons de verde indicam o número de espécies reportadas numa área; pontos e polígonos azuis indicam relatos documentados de ocorrência de ervas marinhas (Short et al. 2007, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350: 3-20)

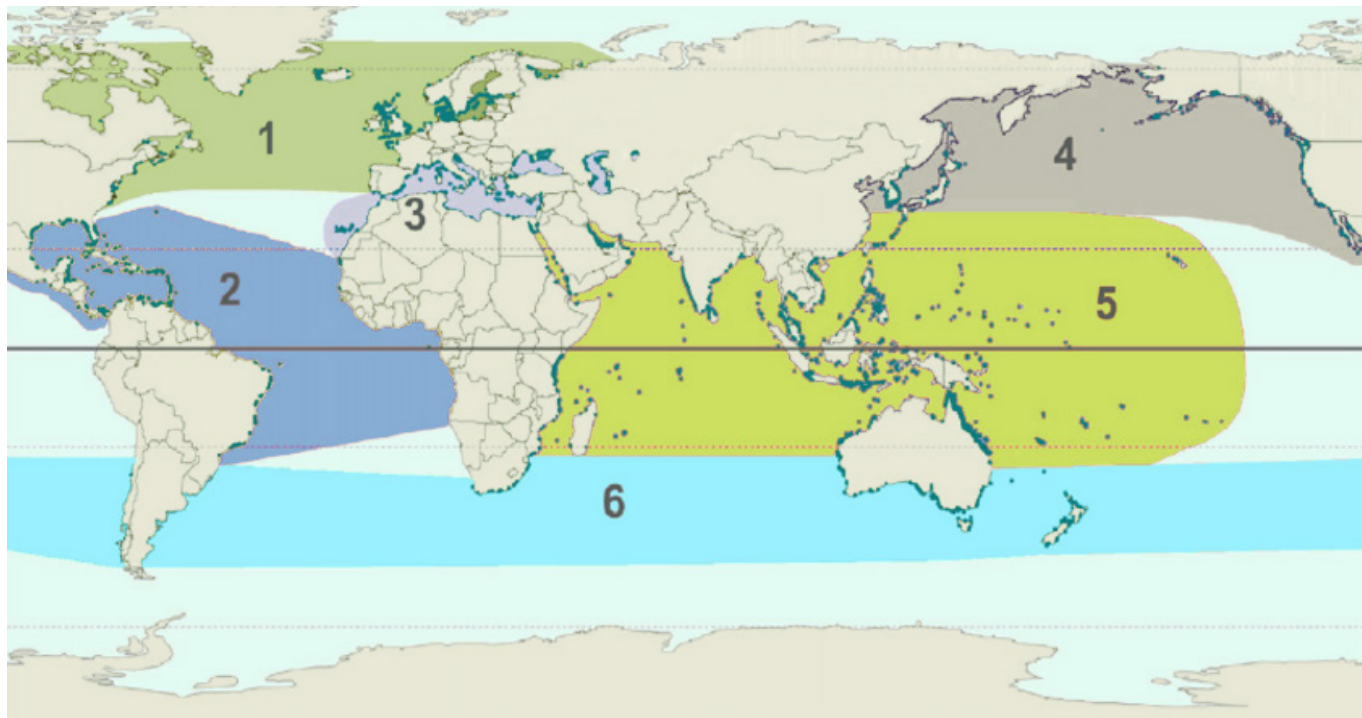


Figura 2. Distribuição global de ervas marinhas mostrada como pontos azuis (dados do UNEP-WCMC de 2005) e bioregiões geográficas: 1. Atlântico Norte Temperado, 2. Atlântico Tropical, 3. Mediterrâneo, 4. Pacífico Norte Temperado, 5. Indo-Pacífico Tropical, 6. Oceanos do Sul Temperado (modificado a partir de Short, F., Carruthers, T., Dennison, W., WaycoM, M., 2007). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350, 3–20)



Figura 3. Mini mapa-mundo

B3.

MÓDULO TEMÁTICO 3: AS ERVAS MARINHAS FORMAM EXTENSAS PRADARIAS SUBAQUÁTICAS

Theodora Boubonari

Universidade Democritus da Trácia, Grécia

Paraskevi Malea

Universidade Aristóteles de Salónica, Grécia

Theodoros Kevrekidis

Universidade Democritus da Trácia, Grécia



PLANO DE AULA 1.

REQUISITOS DE HABITAT DAS ERVAS MARINHAS - FATORES AMBIENTAIS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula apresenta aos alunos os fatores ambientais que determinam os locais onde as ervas marinhas podem crescer e prosperar. Os alunos irão explorar os parâmetros físicos críticos (por exemplo, luz, salinidade, temperatura, profundidade, substrato, ondas, correntes) e fenômenos naturais (por exemplo, exposição às marés, nutrientes) que regulam a distribuição das ervas marinhas no ambiente marinho. Através de atividades interativas e de investigação, os alunos compreenderão que as ervas marinhas requerem condições específicas: um ambiente marinho, imersão suficiente em água do mar, disponibilidade adequada de luz e substrato apropriado. Os alunos aprenderão terminologia-chave, incluindo gradientes de salinidade (água doce, água salobra, água do mar, água hipersalina), zona intertidal (ou entre-marés), tipos de substrato e clareza da água, conectando condições ambientais com a presença ou ausência de ervas marinhas.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Identificar os quatro requisitos essenciais para o crescimento das ervas marinhas: ambiente marinho, imersão suficiente, luz adequada, substrato apropriado
- Explicar o que é a salinidade e compreender a classificação da água com base nos níveis de salinidade: água doce (<0.5), água salobra ($0.5-30$), água do mar (approx. 35), água hipersalina (>40)
- Perceber que muitas ervas marinhas toleram amplos intervalos de salinidade, mas sofrem stress sob valores extremos
- Definir a zona intertidal como a área costeira entre os extremos da maré alta e baixa
- Reconhecer que algumas espécies de ervas marinhas (por exemplo, *Zostera noltei*, espécies de *Phyllospadix*, espécies de *Halophila*) ocorrem frequentemente na zona intertidal
- Explicar que a luz diminui rapidamente com a profundidade e que as ervas marinhas necessitam de 10-20% da luz à superfície para sobreviver
- Compreender que a maioria das pradarias de ervas marinhas ocorre a profundidades inferiores a 20 metros, com uma profundidade máxima reportada de 90 metros
- Distinguir entre substrato mole (areia, lodo) e substrato duro (rochas, pedras)

- Reconhecer que a maioria das ervas marinhas cresce em substrato mole, enquanto algumas espécies (por exemplo, *Phyllospadix*) podem crescer em substrato duro

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Interpretar diagramas que mostram gradientes ambientais (salinidade, luz, profundidade)
- Usar a terminologia científica com rigor ao descrever habitats marinhos

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Reconhecer que as condições ambientais determinam onde as ervas marinhas podem viver
- Compreender que as atividades humanas que afetam a qualidade da água e a penetração da luz podem comprometer a sobrevivência das ervas marinhas

COMPETÊNCIAS-CHAVE DESENVOLVIDAS

Competências em Literacia Científica:

- Usar a terminologia científica com rigor (salinidade, substrato, zona intertidal, água salobra, etc.)
- Analisar relações entre condições ambientais e a distribuição das ervas marinhas no ambiente marinho

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender os principais parâmetros ambientais que afetam a distribuição e o crescimento das ervas marinhas
- Identificar como a variabilidade ambiental afeta a presença das ervas marinhas

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalhar colaborativamente durante as investigações de grupo

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Por grupo (3-4 alunos):

- Cartões de cenários ambientais (ver atividades abaixo)
- Ficha de exercício do diagrama do gradiente de salinidade
- Ficha de exercícios do diagrama de penetração da luz em profundidade
- Imagens para identificação do tipo de substrato
- Marcadores/lápis de cor
- Papel grande para criação de cartazes

Materiais para Toda a Turma:

- Mapa-mundo grande
- Imagens de diferentes ambientes costeiros (estuário, lagoa costeira, costa marinha, costa rochosa, praia arenosa, costa rasa, costa profunda)
- Representação visual do gradiente de salinidade (rio → estuário → oceano)
- Diagrama de penetração da luz em profundidade (mostrando 0m, 5m, 10m, 20m, 50m, 90m, 200m)
- Amostras ou imagens de diferentes tipos de substrato (areia, lodo, rocha)

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “Porque é que as ervas marinhas não crescem em todo o lado?”

Pergunta de abertura

O Professor mostra imagens de quatro localizações costeiras diferentes:

1. Uma zona montante de estuário de rio (o limite terrestre de um estuário de rio) (salinidade <5)
2. Uma costa rochosa de penhascos (substrato duro, ação elevada das ondas)
3. Uma baía arenosa rasa (água protegida de águas claras)
4. Uma área oceânica profunda (muito profunda, escura)

Pergunta: “Sabemos que as ervas marinhas vivem no mar. Mas olhem para estes quatro locais – todos costeiros ou marinhos. Em que local esperam encontrar pradarias de ervas marinhas?” Os alunos votam levando as mãos a cada local.

Discussão

O Professor facilita:

- “Porque escolheram a baía arenosa?”
- “O que pode impedir que as ervas marinhas cresçam na zona montante do estuário do rio?” (Não salgado o suficiente)
- “E quanto ao penhasco rochoso?” (Sem substrato mole, elevada ação das ondas)

- “E quanto ao oceano profundo?” (Demasiado fundo, luz insuficiente)

Ponto-chave: As ervas marinhas não crescem em todo o mar. Precisam de condições ambientais muito específicas”.

Intenção de Aprendizagem

“Hoje vamos descobrir exatamente que fatores ambientais as ervas marinhas precisam para sobreviver. Vamos aprender sobre salinidade, luz, profundidade, substrato e outras condições que determinam onde as pradarias de ervas marinhas podem existir.”

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade: “Estações de Investigação de Fatores Ambientais “

Os alunos rodam ao longo de 4 estações:

ESTAÇÃO 1: Salinidade - Quão Salgada é a Água?

Materiais: Diagrama do gradiente de salinidade que mostra o rio → estuário → oceano

O diagrama mostra (Fig. 1):

- Água doce (rio): Salinidade < 0.5
- Água salobra (estuário): Salinidade 0.5 - 30
- Água do mar (oceano aberto): Salinidade ~35
- Água hipersalina (lagoas costeiras isoladas do oceano): Salinidade > 40

Perguntas de Investigação:

1. O que é a salinidade? (Quantidade total de sais dissolvidos na água)
2. Onde é que a salinidade é mais baixa? E mais alta?
3. As ervas marinhas podem crescer em água doce? (Não)

4. As ervas marinhas podem crescer em água salobra? (Sim, várias espécies toleram condições salobras)

Aprendizagem Chave: Várias ervas marinhas conseguem tolerar salinidade desde condições salobras até hipersalinas, mas a água do mar (~35) é ótima.

ESTAÇÃO 2: Luz & Profundidade - Quão Profundo Podem Crescer as Ervas Marinhas?

Perguntas de Investigação durante a exibição da Fig. 2:

1. O que acontece à luz à medida que se vai mais fundo? (Diminui rapidamente)
2. Qual é o mínimo de luz necessário para as ervas marinhas? (10-20% da luz à superfície)
3. A que profundidade se encontra a maioria das ervas marinhas? (Menos de 20 metros)
4. Qual é a profundidade máxima alguma vez registada para as ervas marinhas? (90 metros, para uma espécie de *Halophila*)
5. Porque é que as ervas marinhas não crescem em águas muito profundas? (Não há luz suficiente para a fotossíntese)

Fator adicional: a transparência da água afeta a penetração da luz. Em águas turvas, a luz penetra menos, pelo que a profundidade máxima é menor.

Aprendizagem-Chave: A disponibilidade de luz determina a profundidade máxima das ervas marinhas.

ESTAÇÃO 3: Zona Intertidal - Podem as Ervas Marinhas Sobreviver à Exposição ao Ar?

Materiais: Diagrama da zona intertidal mostrando a maré alta, maré baixa e a exposição

O diagrama mostra (Fig. 3):

- Maré alta: Ervas marinhas totalmente submersas
- Maré Baixa: Algumas ervas marinhas expostas ao ar

Perguntas de Investigação:

1. O que é a zona intertidal? (Zona costeira entre os extremos altos e baixos da maré)
2. Que stresses enfrentam as plantas quando expostas durante a maré baixa? (dessecação, queimaduras solares, danos UV-B e congelamento)
3. Todas as ervas marinhas podem viver na zona intertidal? (Não, apenas algumas)
4. Que espécies são comuns na zona intertidal?
 - *Zostera noltei* (Europa Ocidental, Noroeste De África)
 - Espécies de *Phyllospadix* (costas rochosas, Pacífico Norte)
 - Algumas espécies de *Halophila* (bancos de lodo, Indo-Pacífico)

Aprendizagem Chave: Algumas espécies de ervas marinhas estão adaptadas para tolerar exposição periódica; outras requerem submersão permanente.

ESTAÇÃO 4: Substrato - Onde Crescem as Ervas Marinhas?

Materiais: Imagens de diferentes tipos de substrato e ervas marinhas a crescer neles

Imagens mostram (Figs 4-5):

- Substrato mole: areia, lodo (mais comum para ervas marinhas)

- Substrato duro: rochas, pedras (apenas certas espécies como *Phyllospadix*)

pecializadas equipadas com pelos densos e adesivos que atuam como uma cola)

Perguntas de Investigação:

5. O que é o substrato? (O material que forma o fundo do mar)
6. Que tipo de substrato prefere a maioria das ervas marinhas? (Mole: sedimentos lamacentos a arenosos)
7. Porque é que as ervas-marinhas preferem substrato mole? (As raízes podem penetrar facilmente para fixação e absorção de nutrientes)
8. Alguma erva-marinha pode crescer em rocha? (Sim, por exemplo, as espécies de *Phyllospadix* fixam-se à rocha usando raízes es-

Aprendizagem Chave: O tipo de substrato determina se as ervas marinhas podem estabelecer-se e crescer.

Após a Rotação pelas Estações:

Os grupos regressam aos lugares e discutem brevemente:

- “Qual o fator ambiental que consideram mais importante para as ervas marinhas?”
- “As ervas marinhas conseguem sobreviver se apenas um fator estiver inadequado?”

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Apresentação Interativa Liderada pelo Professor:

Os Quatro Requisitos Essenciais

“As ervas marinhas precisam de quatro coisas para crescer.”

Tabela Resumo:

Requisito/Parâmetro	Efeito na Erva Marinha
Ambiente marinho /Salinidade	Deve ser marinho ou salobro; Valores extremos de salinidade causam stress
Ambiente marinho/ Imersão em água do mar	As ervas marinhas sofrem stress à exposição ao ar
Luz/Profundidade adequada, transparência da água	A disponibilidade de luz determina a profundidade máxima
Substrato apropriado	Deve ser adequado para a fixação de raízes; a maioria precisa de substrato mole

ários outros fatores são críticos para a colonização e crescimento das ervas marinhas, incluindo **a temperatura da água**, que afeta a atividade fisiológica, **ondas e correntes**, que podem danificar as plantas ou impedir a sua fix-

ação, e **nutrientes** que podem limitar a capacidade da fotossíntese das ervas marinhas.

Conceito-chave: “**Combinações destes parâmetros determinam** se a erva marinha

ocorrerá num local. Estes operam em conjunto para **permitir, facilitar ou eliminar** a ocorrência de uma erva marinha num local específico.”

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: “Podem as Ervas Marinhas Crescer Aqui? Cenários Ambientais”

Os grupos recebem cartões de cenário que descrevem diferentes locais costeiros. Para cada cenário, os grupos devem decidir:

- A erva-marinha pode crescer aqui? (Sim/Não/Talvez)
- Porquê ou por que não? (Que fatores facilitam ou impedem o crescimento?)

CARTÕES DE CENÁRIO:

Cenário 1: Trechos médios do estuário do rio

- Local: Onde o rio encontra o oceano
- Salinidade: 5-18 (salobra, variável)
- Profundidade: 1-5 metros (raso)
- Substrato: Sedimento lodoso
- Clareza da água: Baixa (algum sedimento proveniente do rio)
- Ondas: Abrigado, calmo

Resposta: TALVEZ—Muitas ervas marinhas toleram água salobra; substrato mole apropriado; condições abrigadas são favoráveis; baixa clareza da água resulta em condições de pouca luz e impede o crescimento de algumas espécies de ervas marinhas. Espécies como a *Zostera* ou *Ruppia* conseguem tolerar condições dinâmicas, lodosas e de pouca luz. Outras espécies, como a *Posidonia oceanica*, não são aqui encontradas devido à elevada entrada de água doce e sedimentos finos.

Cenário 2: Área Costeira Profunda

- Local: Oceano aberto
- Salinidade: 35 (água do mar normal)
- Profundidade: >50 metros
- Substrato: fundo de areia
- Clareza da água: Muito clara
- Ondas: Baixo a moderado

Resposta: TALVEZ: As ervas marinhas habitam geralmente águas costeiras rasas, tipicamente a profundidades inferiores a 20 metros. Algumas espécies podem sobreviver a profundidades superiores a 50 metros em circunstâncias excepcionais, com elevada clareza da água.

Cenário 3: Costa Rochosa

- Local: Costa rochosa exposta
- Salinidade: 35 (água do mar)
- Profundidade: Zona intertidal
- Substrato: Rocha sólida
- Clareza da água: Muito clara
- Ondas: Muito fortes, exposta

Resposta: TALVEZ—Substrato duro elimina a maioria das espécies, mas as espécies de *Phyllospadix* podem crescer aqui com raízes especializadas. No entanto, ondas muito fortes podem impedir a sua fixação.

Cenário 4: Baía Protegida Rasa

- Local: Baía costeira calma
- Salinidade: 30-35 (quase água do mar)
- Profundidade: 2-10 metros
- Substrato: Sedimento arenoso
- Clareza da água: Alta (água límpida)
- Ondas: Muito calmo, abrigado

Resposta: SIM—Condições ideais! Salinidade e profundidade adequadas, boa luz, substrato mole, águas calmas. Habitat perfeito para ervas marinhas.

Cenário 5: Lagoa Costeira Hipersalina

- Local: Lagoa costeira fechada
- Salinidade: 45 (hipersalina, muito salgada)
- Profundidade: 1-2 metros (muito raso)
- Substrato: Areia lodosa
- Claridade da água: Moderada
- Ondas: Calmo

Resposta: TALVEZ—A salinidade é muito elevada ($45 > 40$). Profundidade, substrato e condições de ondas são favorável, mas a salinidade extrema é limitante. Algumas espécies, como as espécies de *Ruppia*, conseguem tolerar condições hipersalinas.

Cenário 6: Lago de Água Doce

- Local: Lago (sem ligação ao oceano)
- Salinidade: 0.2 (água doce)
- Profundidade: 3 metros
- Substrato: Lama
- Clareza da água: Clara
- Ondas: Calmo

Resposta: NÃO—As ervas marinhas requerem ambiente marinho. A salinidade de água doce (<0.5) é demasiado baixa.

Discussão em Grupo na Apresentação:

Cada grupo apresenta 1-2 cenários à turma:

- Apresenta a sua decisão (Sim/Não/Talvez)
- Explica quais os fatores que facilitam ou impedem o crescimento das ervas marinhas
- A aula debate e o professor confirma/esclarece

Pontos-chave de ensino:

- Nenhum fator isolado determina a presença – é a combinação de fatores
- Mesmo que a maioria dos fatores seja favorável, um fator crítico (por exemplo, falta de luz adequada, salinidade desadequada) pode eliminar as ervas marinhas
- Diferentes espécies têm tolerâncias diferentes – algumas mais adaptáveis do que outras a certas condições

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Bilhete de Saída - “Requisitos de Habitat de Ervas Marinhas”

Os alunos completam individualmente:

Parte 1: Requisitos Essenciais

1. Lista os quatro requisitos essenciais para o crescimento das ervas marinhas:
 - a. _____
 - b. _____
 - c. _____
 - d. _____

Parte 2: Termos Ambientais

Associe o termo à definição correta:

Termo	Definição
Água salobra	A. Área costeira entre a maré alta e baixa
Zona intertidal	B. Água com salinidade 0.5-30
Substrato mole	C. sedimento arenoso ou lodoso

Parte 3: Luz & Profundidade

2. As ervas marinhas precisam de pelo menos % da luz à superfície para sobreviver.
3. A maioria das pradarias marinhas encontra-se a profundidades inferiores a metros.

Parte 4: Aplicação

4. Uma zona costeira apresenta estas condições:
 - Salinidade: 32 (água do mar)
 - Profundidade: 6 metros
 - Substrato: arenoso
 - Clareza da água: moderada (moderadamente turva)

As ervas marinhas podem crescer aqui? (Sim/ Não/ Talvez)

Explique porquê:

ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Inquérito ao Longo da Aula:

- “Porque é que as ervas marinhas não crescem em água doce?”
- “O que acontece à luz à medida que a profundidade aumenta?”
- “Qual é o tipo de substrato mais fácil para as raízes das ervas marinhas penetrarem?”
- “As ervas marinhas conseguem sobreviver se expostas ao ar durante a maré baixa?”

2. Análise de Cenários:

- Monitorizar as discussões de grupo durante a atividade de cenários

- Avaliar a qualidade do raciocínio (uso adequado dos fatores ambientais)
- Verificar equívocos sobre interações entre fatores

3. Discussões em Aula:

- Qualidade das explicações durante as apresentações de cenários
- Uso de terminologia científica
- Compreensão das combinações de fatores

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

Avaliação do Bilhete de Saída:

- Requisitos Essenciais
- Termos Ambientais
- Conhecimentos da Disponibilidade de luz e Profundidade
- Aplicação e Raciocínio

Critérios de Sucesso Partilhados com os Estudantes:

- Eu posso nomear os quatro requisitos essenciais para que as ervas marinhas cresçam
- Eu posso explicar o que é a salinidade e identificar diferentes tipos de água (água doce, água salobra, água do mar, água hipersalina).
- Eu consigo descrever como a disponibilidade de luz diminui com a profundidade
- Eu posso explicar o que é a zona intertidal
- Eu consigo distinguir entre substrato mole e duro
- Eu consigo prever se as ervas marinhas podem crescer num local com base nas condições ambientais
- Eu posso explicar como a combinação de fatores determina a presença das ervas marinhas

Gradiente de salinidade



Figura 1. Classificação da água com base na salinidade



Figura 2. Distribuição batimétrica de ervas marinhas na zona intertidal

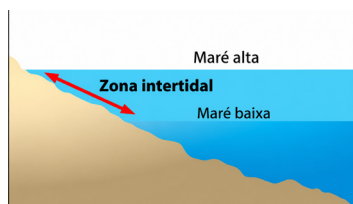
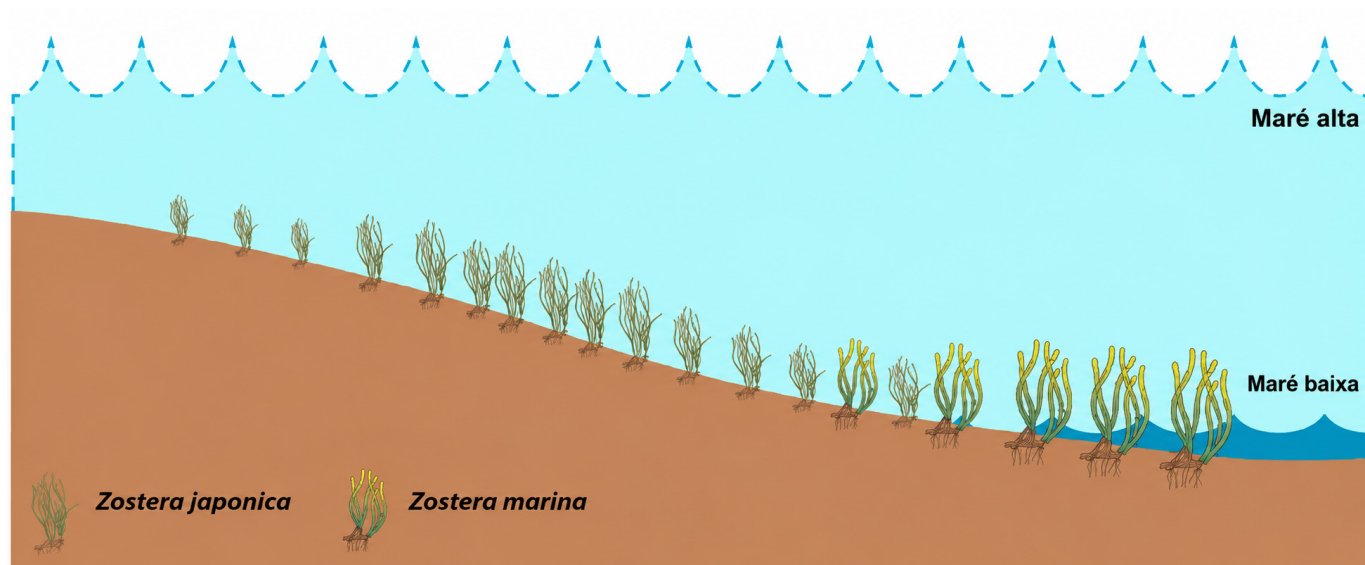


Figura 3. Distribuição de espécies do género *Zostera* na zona intertidal (modificado de Kim et al., 2016. Estuarine Coastal and Shelf Science 175, p. 1-9)



Figura 4. Erva marinha a crescer sobre sedimentos arenosos (crédito da foto Lilly Palmer/ Ocean Image Bank)



Figura 5. *Phyllospadix iwatensis* a crescer em plataformas no intertidal, Sotogawacho, Choshi, Prefeitura de Chiba, Japão (crédito da foto Hideki Haga/ AlgaeBase)

PLANO DE AULA 2. PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula explora as pradarias de ervas marinhas (também chamados de campos de ervas marinhas) como ecossistemas marinhos únicos com importância ecológica global. Com base em aulas anteriores sobre os requisitos ambientais e a distribuição, os alunos irão investigar pradarias marinhas como extensos ecossistemas subaquáticos, examinando o seu número de espécies (monoespecíficas vs. multiespecíficas) e a sua abundância global. Os alunos irão aprender que as ervas marinhas cobrem aproximadamente 10% do oceano costeiro a nível global (160.000-600.000 km²), área comparável à das algas marinhas, mangais e recifes de coral. A aula enfatiza a diferença entre pradarias monoespecíficas (formadas por uma única espécie de erva marinha, comum em zonas tropicais, mas particularmente em zonas temperadas) e pradarias multiespecíficas (contendo várias espécies, sendo mais comuns em regiões tropicais como o Indo-Pacífico e o Mar Vermelho). Especial atenção é dada a pradarias de *Posidonia oceanica* como comunidade clímax e com características únicas como a formação do matte. Os alunos compreenderão as pradarias de ervas marinhas não como plantas isoladas, mas como ecossistemas complexos que sustentam elevada biomassa e biodiversidade.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Definir pradarias de ervas marinhas (ou campos de ervas marinhas) como ecossistemas subaquáticos extensos e densos
- Distinguir entre pradarias monoespecíficas (uma espécie) e multiespecíficas (várias espécies)
- Reconhecer que a maioria das pradarias de ervas marinhas são monoespecíficas, especialmente em zonas temperadas
- Compreender que pradarias multiespecíficas são mais comuns em zonas tropicais/subtropicais, especialmente no Indo-Pacífico e no Mar Vermelho
- Saber que pradarias no Indo-Pacífico e no Mar Vermelho podem conter até 12 espécies de ervas marinhas
- Explicar que as ervas marinhas também podem crescer em manchas isoladas ou como parte de mosaicos de habitat com corais, mangais, recifes de bivalves, bentos rochosos ou sedimentos nus
- Afirmar que as ervas marinhas cobrem aproximadamente cerca de 10% do oceano costeiro a nível global
- Reconhecer que a área global de ervas marinhas é comparável com a de algas, mangais e recifes de coral
- Compreender que as pradarias marinhas sustentam uma elevada biomassa

- Saber que as espécies do género *Amphibolis*, *Phyllospadix* e *Posidonia* constituem pradarias de elevada biomassa
- Reconhecer que espécies do género *Halophila* (folhas pequenas) raramente apresentam elevada biomassa
- Definir biomassa como o peso total ou massa dos organismos vivos numa área específica
- Compreender que pradarias de *Posidonia oceanica* são comunidades clímax
- Explicar as características únicas da *P. oceanica*: longevidade, crescimento lento, formação de matte que se acumula nas praias (“banquettes”)

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Comparar pradarias monoespecíficas e multiespecíficas
- Analisar relações entre características morfológicas das espécies e biomassa
- Reconhecer as pradarias marinhas como ecossistemas complexos em vez de simples conjuntos de plantas
- Conectar as características das pradarias às regiões geográficas

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Compreender que as pradarias marinhas são ecossistemas costeiros comuns dignos de conservação

COMPETÊNCIAS-CHAVE DESENVOLVIDAS

Competências em Literacia Científica:

- Usar terminologia ecológica com rigor (comunidade clímax, monoespecífico, multiespecífico, ecossistema, biomassa)
- Comparar as características dos ecossistemas entre regiões

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalhar colaborativamente na investigação dos ecossistemas
- Compreender os ecossistemas marinhos como recursos naturais de importância global

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Materiais para Toda a Turma:

- Mapa-mundo mostrando os pontos críticos de distribuição de ervas marinhas (por exemplo, Currículo SEAQUEST para Professores, Fig. 2.8)
- Mapas que comparam a cobertura global: ervas marinhas, recifes de coral, mangais, sapais (por exemplo,
 - UNEP-WCMC Ocean+ Habitats <https://habitats.oceanplus.org/>
 - GRID-Arendal <https://www.grida.no/resources/7766>)
- Imagens de pradarias marinhas (por exemplo, do Currículo SEAQUEST para Professores, secção B5.3.3 e Ocean Image Bank ([https://](https://oceanimagebank.theoceanagency.org/)

oceanimagebank.theoceanagency.org/ escrevendo ‘erva marinha’)

- Imagens mosaico de habitats (por exemplo, do Currículo SEAQUEST para Professores, secção B5.3.3 e Ocean Image Bank <https://oceanimagebank.theoceanagency.org/> escrevendo ‘erva marinha’)
- Vídeos de pradarias marinhas (por exemplo, Aquawork Productions Seagrass https://www.google.com/search?q=Aquawork+Productions&og=Aquawork+Productions&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUY-OdIBCDc0MTJqMGo3qAIAA&sourceid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vid=cid:4975b455,vid:KcyUgj30vL8,st:0)
- Modelo de gráfico de barras para comparação de biomassa por espécie (Fig. 1)
- Imagens de pradarias temperadas monoespecíficas (por exemplo, *Zostera marina*, *Posidonia oceanica*) (por exemplo, do Currículo SEAQUEST para Professores, secção B5.3.3 e algaebase.org escrevendo o nome científico da espécie)
- Imagens de pradarias tropicais multiespecíficas (por exemplo, Fig. 2)
- Imagens da estrutura do matte da *Posidonia oceanica* (por exemplo, do Google)
- Foto de acumulação nas praias do matte da *Posidonia oceanica* (“banquettes”) (Fig. 3)

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “O que é uma Pradaria?”

Introdução ao Conceito

O Professor mostra duas imagens lado a lado:

1. Um campo de relva terrestre
2. Uma pradaria subaquática de ervas marinhas

Pergunta: “O que têm estes dois lugares em comum?”

- Ambos são dominados por plantas semelhantes à relva
- Ambas são áreas extensas cobertas por plantas semelhantes
- Ambos sustentam outros organismos (animais, etc.)

O Professor introduz o termo: “Quando as ervas marinhas formam extensas áreas subaquáticas, chamamos-lhes pradarias de ervas marinhas ou campos de ervas marinhas. São como campos subaquáticos de relva”

Conceito de Ecossistema

O Professor explica:

“Uma pradaria é mais do que plantas. É um ecossistema – uma comunidade de organismos e o seu ambiente físico que interagem entre si.”

Rápida discussão de ideias: “O que pode viver numa pradaria marinha além das ervas marinhas?”

- Os alunos dão sugestões: peixes, caranguejos, moluscos, minhocas, algas, etc.

“Hoje vamos aprender sobre as pradarias marinhas como ecossistemas completos com diferentes estruturas e características por todo o mundo”

Perspetiva Global

O professor mostra o mapa-mundo com a distribuição das ervas marinhas:

“Pradarias marinhas existem nas costas de todo o mundo. Algumas têm apenas uma espécie de erva marinha. Outras têm mais do que uma espécie crescendo em conjunto. Algumas são enormes, cobrindo centenas de quilómetros quadrados.”

Pergunta Chamativa: “Quanto do oceano acham que está coberto por pradarias marinhas? E como é que isso se compara aos recifes de coral ou florestas de mangais?”

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade: “Número de espécies de ervas marinhas numa pradaria”

Parte A: Pradarias monoespecíficas vs. multiespecíficas

Explicação do Professor:

As pradarias marinhas podem ser organizadas de duas formas principais:

1. Pradarias Monoespecíficas:

- “**Mono**” = um
- A pradaria consiste apenas numa única **espécie de erva marinha**

- A maioria das pradarias marinhas no mundo são monoespecíficas
- Especialmente comum na zona temperada (águas mais frias)
- Exemplo: Pradaria marinha pura de *Zostera marina* no Mar Báltico
- Exemplo: Pradaria marinha pura de *Posidonia oceanica* no Mar Mediterrâneo

2. Pradarias Multiespecíficas:

- “**Multi**” = muitos
- A pradaria contém **várias espécies de ervas marinhas** que crescem juntas
- Mais comum em **áreas tropicais e subtropicais**
- Exemplo: Pradarias mistas no Indo-Pacífico e no Mar Vermelho
- Podem conter **até 12 espécies diferentes de ervas marinhas** na mesma pradaria

Investigação de Grupo:

Os grupos recebem conjuntos de imagens que mostram:

Conjunto A: Pradaria monoespecífica (única espécie visível)

Conjunto B: Pradaria multiespecífica (várias espécies visíveis com diferentes tipos/tamanhos de folhas)

Perguntas de Investigação:

1. **Olhando para o Conjunto A** (Monoespecífica):
 - Quantas espécies diferentes de ervas marinhas conseguem identificar? (Um)
 - Todas as plantas parecem iguais? (Sim)
 - Onde poderá essa pradaria estar local-

izada? (Zona temperada: por exemplo, Europa, América do Norte)

2. **Olhando para o Conjunto B** (Multiespecífica):

- Quantas formas/tamanhos diferentes de folhas veem? (Múltiplas)
- Porque é que muitas espécies podem crescer juntas aqui? (Diferentes espécies usam os recursos de forma diferente; elevada variabilidade ambiental)
- Onde poderá estar localizada pradaria? (Tropical: Indo-Pacífico, Mar Vermelho)

3. Comparação:

- Que tipo de pradaria acham que é mais comum em todo o mundo? (Monoespecífica)
- Que tipo tem a maior diversidade de espécies de ervas marinhas? (Multiespecífico)

Padrões de Pradarias - Manchas Isoladas vs. Pradarias Contínuas

O Professor explica com recursos visuais:

“As ervas marinhas nem sempre formam pradarias contínuas. Podem existir com diferentes padrões”

1. Manchas Isoladas:

- Pequenos grupos separados de ervas marinhas
- Espalhadas pelo fundo do mar
- Comum em áreas com habitats adequados para formação de manchas irregulares

2. Pradarias Contínuas:

- Grandes áreas ininterruptas de ervas marinhas
- Podem estender-se por quilômetros

3. Mosaicos de Habitats:

- Ervas marinhas a crescer ao lado de outros habitats
- Misturado com: corais, mangais, recifes de bivalves, bentos rochosos, sedimentos nus
- Criam um mosaico de diferentes tipos de ecossistemas

Atividade Visual:

O Professor mostra imagens subaquáticas de:

- Pradarias contínuas
- Mosaico de habitats (ervas marinhas + corais, ou ervas marinhas + mangais)

Os alunos identificam qual o padrão que cada imagem representa.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Apresentação Liderada pelo Professor: “Pradarias Marinhas Globalmente”

Cobertura Global e Abundância

Pontos-chave de Dados:

1. Área Global Total:

- As estimativas variam: 160.000 a 600.000 km²
- Porquê tanta variação? (Estimativas inferiores tendem a representar apenas áreas documentadas ou cartografadas, enquanto estimativas superiores têm em

conta habitats inferidos ou potenciais em regiões não cartografadas, remotas ou de águas profundas)

- Até 10% do oceano costeiro

Ponto Chave: “As pradarias marinhas cobrem uma área **comparável** a recifes de coral, mangais e algas marinhas. São igualmente importantes”

Discussão: “Já ouviram mais sobre recifes de coral ou pradarias marinhas? Por que acham que as ervas marinhas têm menos atenção mesmo cobrindo áreas semelhantes?” (são consideradas menos carismáticas/atrativas)

Biomassa

O Professor explica o conceito:

“O que é Biomassa?”

- Biomassa = o peso total ou massa dos organismos vivos numa área ou volume específico
- Pode medir:
 - **Biomassa de espécies:** peso de uma espécie
 - **Biomassa da comunidade:** peso de todas as espécies juntas

Normalmente medidas por unidade de área (por exemplo, gramas por metro quadrado, g/m²)

Biomassa de pradarias marinhas:

“As pradarias marinhas sustentam uma biomassa muito elevada em comparação com o fitoplâncton marinho (algas minúsculas flutuantes).”

Biomassa média global das pradarias marinhas:

~460 g de peso seco por m²

Espécie / Género	Nível de Biomassa
<i>Amphibolis</i>	
<i>Phyllospadix</i>	
<i>Posidonia</i>	
<i>Zostera</i>	
<i>Cymodocea</i>	
<i>Halophila</i>	

A biomassa varia consoante a espécie:

O Professor mostra o gráfico de barras comparando espécies (Fig. 1):

Padrão-Chave: “Pradarias densas de espécies maiores e mais robustas tendem a sustentar maior biomassa.”

Exemplos:

- *Posidonia oceanica*: Folhas grandes, rizomas grossos, pradarias muito densas → elevada biomassa
- *Espécies de Halophila*: Folhas pequenas e delicadas → raramente apresentam elevada biomassa

Discussão: “Porque é que as plantas maiores podem criar mais biomassa?”

Ervas marinhas maiores podem produzir mais “biomassa” porque têm vantagens na sua estrutura, na forma como funcionam e na forma como vivem. Isto permite-lhes produzir e acumular mais material do que plantas mais pequenas.

Foco Especial: Pradarias de *Posidonia oceanica* como Comunidades Clímax

O Professora explica com recursos visuais:

“No Mediterrâneo, as pradarias de *Posidonia oceanica* são especiais. Elas são aquilo a que os ecologistas chamam uma comunidade clímax.”

Comunidade Clímax:

- **Definição:** Comunidade ecológica onde as populações permanecem **estáveis** e em **equilíbrio** entre si e com o ambiente
- **Etapa final da sucessão ecológica** (sucessão ecológica = processo em que a mistura de espécies/habitats muda ao longo do tempo)
- Permanece relativamente **inalterada** até ser destruída por um evento ou interferência humana

Quais são as principais características das pradarias de *Posidonia oceanica*:

Posidonia oceanica é uma espécie de elevada longevidade que forma pradarias que:

1. se fixam no lugar e sobrevivem num estado estável dentro do seu ambiente
2. sustentam milhares de espécies, criando um ecossistema diferente que prospera num estado estável
3. oferece elevada produtividade e serviços ecológicos cruciais, indicando um ecossistema maduro
4. têm baixa resiliência a mudanças rápidas causadas por atividades humanas, levando a uma recuperação lenta

Características Únicas da *Posidonia oceanica*:

- Longevidade, mas crescimento lento
- Os rebentos vivem pelo menos 30 anos
- Os rizomas crescem horizontalmente apenas alguns centímetros por ano
- Decaimento lento, acumula-se ao longo do tempo
- Forma o “matte”: uma estrutura de solo única e estável, composta por rizomas, raízes e sedimentos aprisionados, permitindo que a pradaria se acumule no fundo marinho, sobrevivendo durante milhares de anos.
- O “matte” pode ter vários metros de espessura
- O “matte” pode ter milhares de anos

Acumulações de Praia / “Banquettes”:

Mostre fotografias de acumulações de *Posidonia oceanica* em praias Mediterrânicas (Fig. 3)

- As folhas mortas chegam à costa
- Formam acumulações nas praias ou “**banquettes**”
- Protegem as praias da erosão
- Habitat para organismos de praia

Discussão: “Já viram acumulações de ervas marinhas nas praias?”

FASE 4: ELABORAÇÃO

Cenários de Tipos de Pradarias

O Professor apresenta cenários; os alunos preveem as características da pradaria:

Cenário 1: “Estás a mergulhar na região do Indo-Pacífico perto de um recife de coral. Que tipo de pradaria marinha encontras provavelmente?”

- **Resposta:** Pradaria Multiespecífica (até 12 espécies); possivelmente mosaico de habitats com coral; diversidade tropical

Cenário 2: “Estás a explorar o Mar Báltico, no norte da Europa. Que tipo de pradaria esperas encontrar?”

- **Resposta:** Pradaria Monoespecífica (provavelmente *Zostera marina*); zona temperada; pradarias contínuas ou extensas

Cenário 3: “Estás no Mar Mediterrâneo a 25 metros de profundidade, num fundo arenoso que não é perturbado há centenas de anos. O que esperas encontrar?”

- **Resposta:** Possivelmente uma pradaria de *Posidonia oceanica*; provavelmente monoespecífica; comunidade clímax; possivelmente uma estrutura matte visível

Cenário 4: “Estás a visitar uma praia Mediterrânica. Vê-se grandes montes de material castanho e fibroso na margem. O que é e por que está lá?”

- **Resposta:** acumulações de *Posidonia oceanica* na praia (banquettes); folhas mortas arrastadas para a costa; parte natural do ecossistema costeiro; ajuda a proteger a praia da erosão

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Bilhete de Saída - “Pradarias de Ervas Marinhas como Ecossistemas”

Os alunos completam individualmente:

Parte 1: Tipos de Pradarias

1. Qual é a diferença entre uma pradaria monoespecífica e uma multiespecífica?

Monoespecífica: _____

Multiespecífica: _____

2. A maioria das pradarias marinhas em todo o mundo é _____ (monoespecífica/multiespecífica).

Parte 2: Importância Global

3. As ervas marinhas cobrem aproximadamente ___ % do oceano costeiro a nível global.
4. Nomeie UM tipo de ecossistema costeiro que tenha uma cobertura global comparável à das ervas marinhas: _____
5. O que é biomassa? _____

Parte 3: *Posidonia oceanica*

6. O que é uma comunidade clímax? _____
7. O que é o “matte” em pradarias de *Posidonia oceanica* _____
8. Os rebentos de *Posidonia oceanica* podem viver pelo menos _____ anos.

Parte 4: Aplicação

9. A região do Indo-Pacífico possui pradarias com até ___ espécies de ervas marinhas.
10. Porque é que as espécies de *Halophila* raramente exibem uma elevada biomassa?

AVALIAÇÃO STRATEGIES

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Questionário ao longo do texto:

- O que significa ‘monoespecífico’?”
- “Porque é que as pradarias marinhas são tão importantes como os recifes de coral?”
- “Quais são as principais características das pradarias de *Posidonia oceanica*?”

2. Previsões de Cenários:

- Qualidade do raciocínio para prever o tipo de pradaria
- Ligação com planos de aula anteriores

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

Avaliação do Bilhete de Saída:

1. Tipos de Pradarias
2. Importância Global
3. Conhecimento sobre *Posidonia oceanica*

Critérios de Sucesso Partilhados com os Estudantes:

- Eu posso explicar o que é uma pradaria/campo de ervas marinhas
- Eu consigo distinguir entre pradarias monoespecíficas e multiespecíficas
- Eu posso dizer que as ervas marinhas cobrem cerca de 10% do oceano costeiro
- Eu posso comparar a cobertura de ervas marinhas com recifes de coral, mangais e algas marinhas
- Eu posso definir biomassa e explicar porque é importante
- Eu sei descrever as principais características das pradarias de *Posidonia oceanica*
- Eu posso explicar a formação do “matte” de *Posidonia oceanica* e sua acumulação na praia
- Eu reconheço que o número de espécies de ervas marinhas numa pradaria pode variar consoante a região (temperada vs. tropical)

Anexo

Conjunto global de dados sobre biomassa de pradarias de ervas marinhas

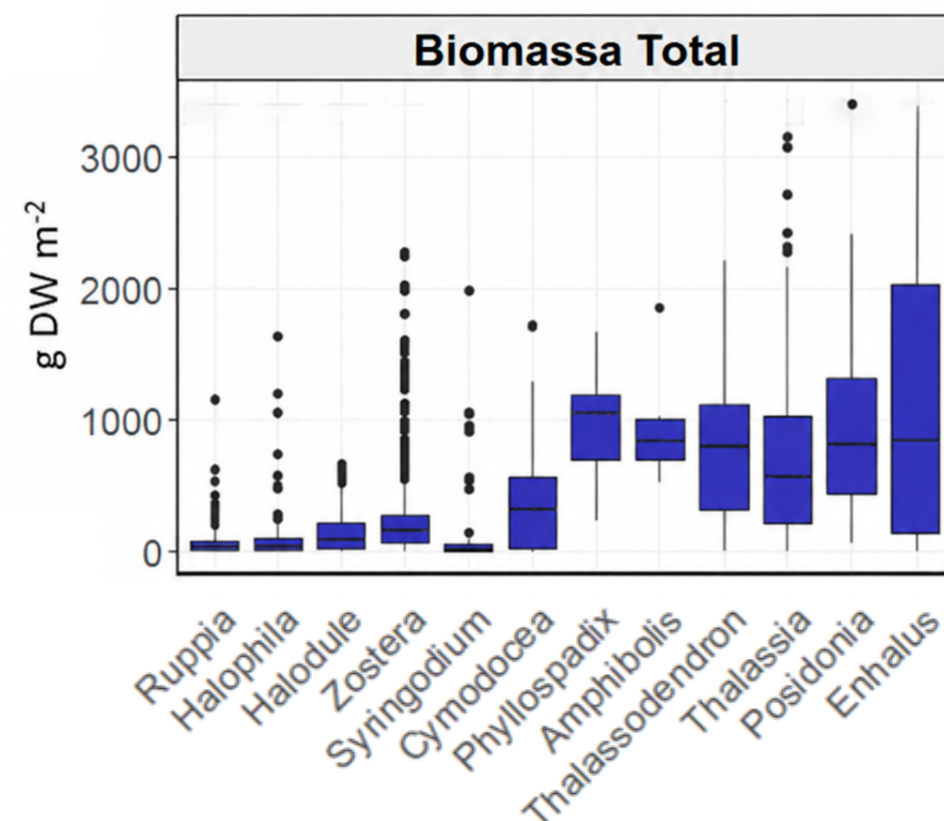


Figura 1. Conjunto global de dados sobre a biomassa de pradarias de ervas marinhas por gênero; os gráficos de caixa mostram o valor mediano (linha preta dentro da caixa; modificada a partir de Strydom et al. 2023. Earth System Science Data 15, 511–519) <https://essd.copernicus.org/articles/15/511/2023/>

Pradarias multiespecíficas de ervas marinhas



Figura 2. Exemplos de pradarias tropicais multiespecíficas de ervas marinhas incluem (a) *Cymodocea serrulata*, *Halodule uninervis* e *Halophila spinulosa* em Magnetic Island, e (b) *Halophila ovalis* e *Halodule uninervis* em Green Island, Queensland, Austrália (segundo Collier et al., 2021). Biological Indicators, 121, 107156) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20310955>

***Posidonia oceanica* “banquettes”**



Figura 3. Uma banquette formada numa praia a partir de folhas mortas de *Posidonia oceanica* (Praia de Mesi, águas costeiras da Trácia, Mar Egeu do Norte, Grécia; crédito da foto Paraskevi Malea)

PLANO DE AULA 3. PRADARIAS DE ERVAS MARINHAS NAS ÁGUAS COSTEIRAS DA EUROPA

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula explora a distribuição geográfica de seis espécies-chave de ervas marinhas (*Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Halophila stipulacea*, and *Ruppia maritima*, ver Plano de Aula 3 Taxonomia e Identificação de Espécie de Ervas Marinhas, Módulo Temático 2: As Ervas Marinhas são Plantas Únicas) nas águas costeiras da Europa, desde a região ártica da Noruega até aos mares Mediterrâneo e Negro, através de atividades baseadas em mapas. Também examina os ambientes costeiros onde estas espécies ocorrem (por exemplo, zona intertidal, águas costeiras rasas e profundas, estuários, lagoas costeiras), ligando a presença da espécie às condições ambientais como disponibilidade de luz, substrato e salinidade. Com base em conhecimentos prévios, os alunos irão ligar requisitos específicos de espécie à distribuição das pradarias e ser-lhe-ão apresentados conceitos-chave, incluindo espécies endémicas, invasoras e emblemáticas.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Identificar as seis espécies de ervas marinhas encontradas nas águas costeiras de Europa (*Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Halophila stipulacea*, *Ruppia maritima*)
- Descrever a distribuição geográfica de cada espécie ao longo dos mares europeus (Ártico, Atlântico, Báltico, Mediterrâneo, Negro)
- Explicar de que forma os fatores ambientais (disponibilidade de luz, substrato, salinidade) influenciam a distribuição das espécies
- Indicar o intervalo de profundidade, o tipo de ambiente costeiro e as preferências de substrato para cada espécie
- Reconhecer características ecológicas chave de cada espécie (por exemplo, tolerância ao frio, ocorrência na zona intertidal, adaptabilidade, tolerância salina, características de espécies invasoras)
- Compreender e usar corretamente os termos: espécies endêmicas, espécies introduzidas (não nativas), espécies invasoras, comunidade clímax, espécies emblemáticas
- Explicar por que certas espécies (por exemplo, *Posidonia oceanica*) têm distribuições restritas, enquanto outras (por exemplo, *Zostera marina*, *Ruppia maritima*) são mais generalizadas

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Localizar e mapeie a distribuição das espécies de ervas marinhas num mapa europeu
- Analisar e explicar padrões de distribuição ambiental com base nas condições ambientais
- Comparar espécies e identificar similaridades e diferenças nas suas necessidades ecológicas
- Prever quais as espécies que são mais prováveis de ocorrer em cenários ambientais específicos (por exemplo, estuários, águas costeiras profundas, habitats de elevada salinidade)
- Comunicar informação científica de forma clara através de discussões em grupo e apresentações
- Trabalhar colaborativamente para investigar e apresentar informação específica de cada espécie

COMPETÊNCIAS-CHAVE DESENVOLVIDAS

Competências em Literacia Científica:

- Interpretar e analisar mapas de distribuição geográfica de espécies de ervas marinhas
- Usar os nomes científicos das espécies (Latim) com rigor
- Compreender e aplicar conceitos ecológicos (por exemplo, distribuição ambiental, habitat, fatores ambientais)
- Relacionar as características da espécie (intervalo de profundidade, salinidade, preferência de substrato) com os seus padrões de distribuição ambiental

Competências Sociais e Cívicas:

- Colaborar de forma eficiente nas atividades de investigação em grupo
- Partilhar responsabilidades e contribuir para atividades de aprendizagem baseada em equipas
- Comunicar os resultados de forma clara usando a linguagem científica
- Participar em discussões, comparações e argumentos com base em evidências

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Por grupo (3-4 alunos):

- Cartões de Perfis de Espécie (uma espécie por grupo)
- Mapa em branco das águas europeias (linhas costeiras mostrando: Mar da Noruega, Mar do Norte, Mar Báltico, costa do Atlântico, Mar Mediterrâneo, Mar Negro)
- Imagem das bioregiões temperadas do Atlântico Norte e Mediterrâneo (Fig. 1)
- Lápis/marcadores de cor para mapeamento
- Ficha de verificação de características da espécie

Materiais para Toda a Turma:

- Mapa de parede grande mostrando mares e linhas costeiras da Europa
- Seis marcadores/alfinetes de cores diferentes para marcar a distribuição de espécies
- Imagens de cada espécie (para referência visual)

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: “Diversidade Europeia das Ervas Marinhas”

O Professor exhibe o mapa grande da Europa com os mares assinalados:

- Mar da Noruega
- Mar do Norte
- Mar Báltico
- Oceano Atlântico (costas orientais)
- Mar Mediterrâneo
- Mar Negro
- Mar de Azov
- Mar Cáspio

Pergunta inicial: Em que áreas geográficas se encontram as pradarias de ervas marinhas, em que fatores ambientais?

O Professor mostra 6 imagens de diferentes espécies de ervas marinhas (sem identificação) lado a lado.

“Estas são as seis espécies de ervas marinhas encontradas nas águas europeias. Algumas podem crescer nas águas frias do Ártico, outras no Mediterrâneo mais quente, outras em muitos locais diferentes, e uma encontra-se apenas no Mediterrâneo. Vamos descobrir onde crescem”

Inquérito Rápido

O Professor pergunta:

1. “Que mar acham que alberga mais espécies de ervas marinhas?” (Os alunos adivinham)
2. “Que espécie acham que consegue sobreviver nas águas mais frias?” (Os alunos observam as imagens e adivinham)
3. Acham que todas as ervas marinhas europeias são nativas, ou algumas poderão ter sido introduzidas de outras regiões? (Discutir o conceito de nativo vs. introduzido)
4. Em que tipos de ambientes costeiros encontramos ervas marinhas?
5. A que profundidades crescem normalmente as ervas marinhas?
6. Que tipo de fundo marinho preferem?
7. Como é que a salinidade afeta onde diferentes espécies de ervas marinhas podem viver?

Intenção de Aprendizagem

“Hoje vamos descobrir que cada espécie tem os seus próprios mares, profundidades e tipos de ambiente costeiro preferidos. No final, poderão olhar para um mapa europeu e saber que ervas marinhas vivem onde”

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade: “Investigação do Perfil da Espécie”

Divida a turma em 6 grupos. Cada grupo recebe um Cartão de Perfil de Espécie para uma espécie e investiga:

1. Onde se encontra a espécie (distribuição geográfica)
2. Intervalo de profundidade
3. Preferência de substrato
4. Características especiais
5. Tipos de ambiente costeiro
6. Salinidade

CARTÕES DE PERFIL DE ESPÉCIES:

EQUIPA 1: *Zostera marina* (limo-de-fita)

Distribuição

- Circumglobal em latitudes norte
- Ocorre em regiões subárticas e temperadas
- Amplamente distribuída pelas águas costeiras da Europa
- Desde a Noruega Ártica, ao Mediterrâneo, Mar Negro e Mar de Azov

Intervalo de Profundidade:

- Desde o intertidal inferior a 15 m

Substrato:

- Substratos arenosos ou lodosos

Tipos de habitat:

- Habita principalmente a zona subtidal (tipicamente até 10–15 m)
- Também pode ocorrer na zona intertidal
- Ambientes costeiros abrigados: baías rasas, enseadas, estuários, lagoas costeiras

Característica Especial:

- Espécie com a distribuição mais ampla
- Tolerante ao frio

A Tarefa dos Alunos:

1. Colorir os mares onde a *Zostera marina* aparece no vosso mapa
2. Listar 3 características principais desta espécie
3. Preencher a imagem (Fig. 1) onde esta espécie é encontrada
4. Explicar porque é que esta espécie tem uma distribuição tão ampla (o que a torna adaptável?)

EQUIPA 2: *Zostera noltei* (Erva-anã)

Distribuição:

- Nordeste Atlântico, Mar Báltico, Mediterrâneo, Mares Negro, Cáspio e de Aral
- África Ocidental (Mauritânia)
- Ilhas Canárias e Cabo Verde

Intervalo de Profundidade:

- Intertidal até 10 m

Substrato:

- Substratos arenosos a lodosos

Tipos de habitat:

- Principalmente zona intertidal
- Pode ocorrer em áreas subtidais até 10 m de profundidade
- Estuários e lagoas costeiras
- Cresce frequentemente com *Zostera marina*, que tende para maiores profundidades

Característica Especial:

- Espécie pequena
- Predominantemente intertidal

A Tarefa dos Alunos:

1. Colorir os mares onde a *Zostera noltei* aparece no vosso mapa
2. Preencher a imagem (Fig. 1) onde esta espécie é encontrada
3. Compare com a *Zostera marina* – o que é semelhante e diferente nas suas distribuições geográficas?
4. Porque é que a *Zostera noltei* pode ser comum na zona intertidal?

EQUIPA 3: *Cymodocea nodosa* (Seba)**Distribuição:**

- Mar Mediterrâneo (amplamente difundida)
- Atlântico, a norte de Portugal e a sul do Senegal
- Ilhas Canárias, Madeira, Cabo Verde

Intervalo de Profundidade:

- Interglacial até aproximadamente 30–35 m

Substrato:

- Areia grossa a sedimentos lodosos

Tipos de habitat:

- Águas costeiras abertas
- Estuários
- Lagoas costeiras
- Pode colonizar diferentes tipos de ambientes

Característica Especial:

- Altamente adaptável à variabilidade ambiental
- Bom colonizador de novos substratos

A Tarefa dos Alunos:

1. Colorir os mares/regiões onde a *Cymodocea nodosa* ocorre no vosso mapa
2. Preencher a imagem (Fig. 1) onde esta espécie é encontrada
3. O que faz desta espécie uma “boa colonizadora”? (adaptabilidade, largas tolerâncias)
4. Em que regiões substitui a *Posidonia oceanica* e porquê?

EQUIPA 4: *Posidonia oceanica* (erva de Neptuno)**Distribuição:**

- Endémica do Mar Mediterrâneo
- Amplamente distribuída por todo o Mediterrâneo

Intervalo de Profundidade:

- 0,5 a 45 m
- Aproximadamente 9 m do limite inferior em águas turvas

Substrato:

- Sedimentos principalmente arenosos

Tipos de habitat:

- Águas costeiras abertas
- Não tolera flutuações de salinidade nem turbidez
- Não encontrada em estuários

Característica Especial:

- Espécie de crescimento lento
- Pradarias densas e extensas
- Comunidade clímax
- Forma matte
- Espécie Mediterrânea emblemática

A Tarefa dos Alunos:

1. Colorir apenas o Mar Mediterrâneo no seu mapa (endêmico)
2. Preencher a imagem (Fig. 1) onde esta espécie é encontrada
3. O que significa “endêmico”?
4. O que é uma comunidade clímax?

EQUIPA 5: *Halophila stipulacea***Distribuição:**

- Nativa do Mar Vermelho, Golfo Pérsico e Oceano Índico
- Introduzida no Mediterrâneo (Egito até ao sul de Itália e Tunísia)

Intervalo de Profundidade:

- 0 a 70 m (escassa abaixo dos 50 m)

Substrato:

- Substratos moles no Mediterrâneo oriental

Tipos de habitat:

- Águas rasas
- Também em águas muito profundas (> 50m)

Característica Especial:

- Espécie de crescimento rápido
- Pode expandir-se rapidamente devido ao crescimento acelerado

- Introduzida (não nativa) no Mediterrâneo

A Tarefa dos Alunos:

1. Colorir a região Mediterrânica onde ocorre a *Halophila stipulacea*
2. Preencher a imagem (Fig. 1) onde esta espécie é encontrada
3. O que significa “espécie introduzida”? Em que é que difere de “endêmica”?
4. Que vantagem o crescimento rápido dá a esta espécie?

EQUIPA 6: *Ruppia maritima* (Erva-sal)**Distribuição:**

- Circumglobal
- Regiões temperadas e tropicais

Intervalo de Profundidade:

- 0 a 2 m

Substrato:

- Ocorre em múltiplos substratos (não tem um único substrato específico)

Tipos de habitat:

- Ambientes de água doce, salobra e hipersalinos
- Estuários
- Lagoas costeiras
- Tolerância à salinidade: 0-70

Característica Especial:

- Tolerância à salinidade muito ampla (0-70)
- Especialista em água salobra

A Tarefa dos Alunos:

1. Preencher a imagem (Fig. 1) onde esta espécie é encontrada
2. O que há de especial na tolerância à salinidade desta espécie?
3. Porque é que pode viver em mais lugares do que outras especialidades?

Tempo de Investigação em Grupo:

Os grupos trabalham em conjunto para:

1. Ler e discutir o seu perfil de espécie
2. Completar o mapa (colorir as áreas distribuídas)
3. Preencher a lista de características
4. Preparar para apresentar 2-3 factos-chave sobre a sua espécie à turma

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Compilação da Turma Liderada pelo Professor: “Construir o Mapa Europeu das Ervas Marinhas”

Apresentações Espécie a Espécie

Cada grupo apresenta a sua espécie:

- Mostra o seu mapa colorido
- Indica onde a espécie é encontrada
- Partilha 2-3 características-chave
- O Professor adiciona a informação ao mapa grande usando marcadores/alfinetes coloridos

À medida que cada espécie é apresentada, o professor cria uma tabela resumo no quadro:

Explicação de Conceitos-Chave

O Professor destaca o seguinte:

Ligações Ambientais:

- “Lembram-se da nossa aula sobre fatores ambientais? Agora vemos como determinam a distribuição ambiental”
- “A *Zostera marina* tolera o frio (Ártico) porque está adaptada a baixas temperaturas”
- “A *Posidonia oceanica* não tolera flutuações de salinidade – é por isso que não está nos estuários”
- “A *Ruppia maritima* pode viver desde lagoas costeiras de água doce até lagoas hipersalinas porque tolera uma grande variedade de valores de salinidade!”

Terminologia Importante:

Espécies	Distribuição	Intervalo de Profundidade	Característica Especial	Ecologia – Habitat
<i>Zostera marina</i>	Generalizada e circumglobal nas regiões do Norte. Amplamente distribuída pelas águas costeiras da Europa, desde as águas da Noruega Ártica até ao Mar Mediterrâneo, ao Mar Negro e ao Mar de Azov.	Intertidal inferior -15 m	A mais abrangente; tolerante ao frio	Habita principalmente a zona subtidal, tipicamente até 10-15 m. Também pode ocorrer na zona intertidal. Eurialina. Prefere substratos arenosos ou lodosos e ambientes costeiros abrigados, como baías rasas, enseadas, estuários e lagoas costeiras.
<i>Zostera noltei</i>	Nordeste do Atlântico, Báltico, Mediterrânico, Mares Negro, Cáspio e de Aral, África Ocidental na Mauritânia e nas Ilhas Canárias e Cabo Verde	Intertidal - 10 m	Espécie pequena; habita predominantemente a zona intertidal	Cresce na zona intertidal, frequentemente com <i>Zostera marina</i> , que se estende para maiores profundidades. Ocorre também em áreas subtidais em substratos arenosos a lodosos, estuários e lagoas costeiras
<i>Cymodocea nodosa</i>	Mar Mediterrâneo, NE Atlântico a norte de Portugal e a sul do Senegal; Ilhas Canárias, Madeira, Cabo Verde; amplamente distribuído no Mar Mediterrâneo	Intertidal - ~30 - 35 m	Altamente adaptável à variabilidade ambiental; boa colonizadora de novos substratos	Cresce desde o intertidal até profundidades de 33-35 m. Pode ocorrer de areia grossa a sedimentos lodosos. Pode colonizar diferentes tipos de ambientes, por exemplo, águas costeiras abertas, estuários, lagoas costeiras
<i>Posidonia oceanica</i>	Erva-marinha Mediterrânica endémica; amplamente distribuída ao longo do Mediterrâneo	0.5 - 45 m	Crescimento lento; comunidade clímax; forma matte; Espécie emblemática do Mediterrâneo	Forma pradarias contínuas de 0.5 a 45 m de profundidade. Em águas turvas, o limite inferior é cerca de 9 m. Forma pradarias muito densas. As pradarias são consideradas uma comunidade clímax. Não toleram ligeiras flutuações de salinidade e turbidez e, por isso, não são encontradas em estuários
<i>Halophila stipulacea</i>	Nativa do Mar Vermelho, Golfo Pérsico e Oceano Índico, introduzida no Mediterrâneo, onde ocorre do Egito até ao sul de Itália e Tunísia	0 - 70 m Escassa abaixo dos 50m	Crescimento rápido; introduzida no Mediterrâneo	Ocorre em águas rasas, mas também em águas muito mais profundas e foi registada até profundidades > 50 m. Espécie eurialina. No Mediterrâneo oriental, ocorre em substratos moles. Cresce rapidamente e, por isso, pode expandir-se rapidamente.
<i>Ruppia maritima</i>	Espécie circumglobal, amplamente distribuída em regiões temperadas e tropicais	0-2 m	Grande tolerância à salinidade, espécie de água salobra	Tem uma ampla tolerância à salinidade, pode sobreviver em valores de salinidade de 0 a 70. Ocorre em água doce, água salobra, ambientes marinhos e condições hipersalinas. Ocorre em estuários e lagoas costeiras

Espécies endêmicas:

- **Definição:** Encontrada naturalmente apenas numa ÚNICA área geográfica específica e restrita
- **Exemplo:** *Posidonia oceanica* no Mediterrâneo
- **Importância:** Se pradarias no Mediterrâneo forem destruídas, as espécies poderão extinguir-se globalmente

Espécies Introduzidas/ Invasoras:

- **Definição:** Espécie introduzida por atividades humanas, intencional ou acidentalmente, numa região fora da sua área natural e histórica
- **Exemplo:** *Halophila stipulacea* no Mar do Caribe
- Pode tornar-se invasora se se espalhar rapidamente, afetar espécies nativas e causar danos ao novo ambiente

Espécies emblemáticas:

- animais, plantas ou fungos icónicos que simbolizam a biodiversidade única de uma região
- espécies que estão tipicamente ameaçadas
- servem como indicadores da saúde ecológica
- são usados para fomentar o envolvimento público em conservação

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: Perguntas de Comparação de “Detetive de Distribuição de Espécies”

Os alunos trabalham em pares para responder a perguntas de comparação usando o mapa e o quadro da aula:

Perguntas:

1. Que espécie consegue sobreviver nas águas mais frias?

- Resposta: *Zostera marina* (sobrevive à cobertura por gelo na Noruega Árctica)

2. Que espécie se encontra na maioria dos mares europeus?

- Resposta: *Zostera marina* (Mar da Noruega, Mar do Norte, Báltico, Atlântico, Mediterrâneo, Negro)

3. Que espécie é encontrada apenas no Mediterrâneo?

- Resposta: *Posidonia oceanica* (endémica)

4. Que espécie cresce frequentemente na zona intertidal?

- Resposta: *Zostera noltei*

5. Que espécie consegue sobreviver em água doce?

- Resposta: *Ruppia maritima* (tolerância de salinidade 0-70)

6. Que espécie consegue crescer a maiores profundidades?

- Resposta: *Halophila stipulacea* (>50 metros)

7. Se estivessem num estuário onde a água doce se encontra com a água salgada, que espécies poderiam encontrar?

- Resposta: *Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa*, ou *Ruppia maritima* (não *Posidonia* – não tolera flutuações de salinidade)

8. Que espécie foi introduzida no Mar Mediterrâneo?

- Resposta: *Halophila stipulacea* (introduzida no Oceano Índico/Mar Vermelho)

Cenários de Previsão

O Professor apresenta cenários de localização; os alunos preveem que espécies poderão ser encontradas:

Cenário 1: “Estão a visitar o Mar Báltico, no norte da Europa. A água é fria, a profundidade é de 5 metros, o substrato é arenoso. Que espécies de ervas marinhas esperariam encontrar?”

- Resposta: Muito provavelmente *Zostera marina* (abundante no Báltico)

Cenário 2: “Estão numa lagoa costeira pouco profunda no Mediterrâneo ocidental. A salinidade varia entre 25 e 35. A profundidade é cerca de 1 metro. Que espécies poderão crescer aqui?”

- Resposta: *Cymodocea nodosa*, espécies de *Zostera*, *Ruppia maritima*; NÃO é provável *Posidonia* (não gosta de flutuações de salinidade)

Cenário 3: “Estão a mergulhar em águas límpidas do Mediterrâneo oriental a 25 metros de profundidade sobre substrato arenoso. Que espécies veem?”

- Resposta: *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Halophila stipulacea*

Cenário 4: “Estão a explorar uma lagoa costeira onde a salinidade é extremamente elevada (50). Que especialidades pode ver?”

- Resposta: Muito provavelmente *Ruppia maritima* (tolera salinidade 0-70)

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Bilhete de Saída - “Distribuição Europeia de Ervas Marinhas”

Os alunos completam individualmente:

Parte 1: Identificação de Espécies

Associe a espécie à sua descrição:

1. Endémica do Mar Mediterrâneo: _____
2. Espécie introduzida (não nativa) no Mediterrâneo: _____
3. Tem a maior tolerância à salinidade (0-70): _____

Parte 2: Conhecimento sobre Distribuição

4. Que espécies se encontram nas águas árticas da Noruega? _____
5. Quais as duas espécies mais difundidas no Mar Mediterrâneo? _____ e _____
6. A *Posidonia oceanica* não se encontra em estuários. Porquê?

Parte 3: Profundidade & Habitat

7. Que espécies ocorrem frequentemente na zona intertidal? _____
8. Que espécies podem crescer nas maiores profundezas (>50m)? _____

Parte 4: Terminologia

9. O que significa “espécie endémica”? _____

10. O que é uma espécie emblemática? _____

ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

Rigor do Mapa:

- Verificar se as regiões geográficas estão corretas nos mapas coloridos
- Verificar a compreensão das áreas de distribuição das espécies

Atividade de Comparação:

- Monitorizar discussões em grupo durante as questões de comparação
- Avaliar o raciocínio em cenários de previsão
- Notar o uso de fatores ambientais nas explicações

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

Avaliação do Bilhete de Saída:

1. Identificação de espécies
2. Conhecimento da distribuição geográfica
3. Profundidade & Habitat
4. Terminologia

Critérios de Sucesso Partilhados com os Estudantes:

- Eu posso nomear seis espécies de ervas marinhas encontradas nas águas europeias
- Eu consigo localizar onde cada espécie está distribuída num mapa
- Eu consigo explicar os termos: espécie endémica, espécie introduzida, comunidade clímax
- Eu consigo ligar as características das espécies (intervalo de profundidade, tolerância à salinidade) à sua distribuição ambiental

Appendix

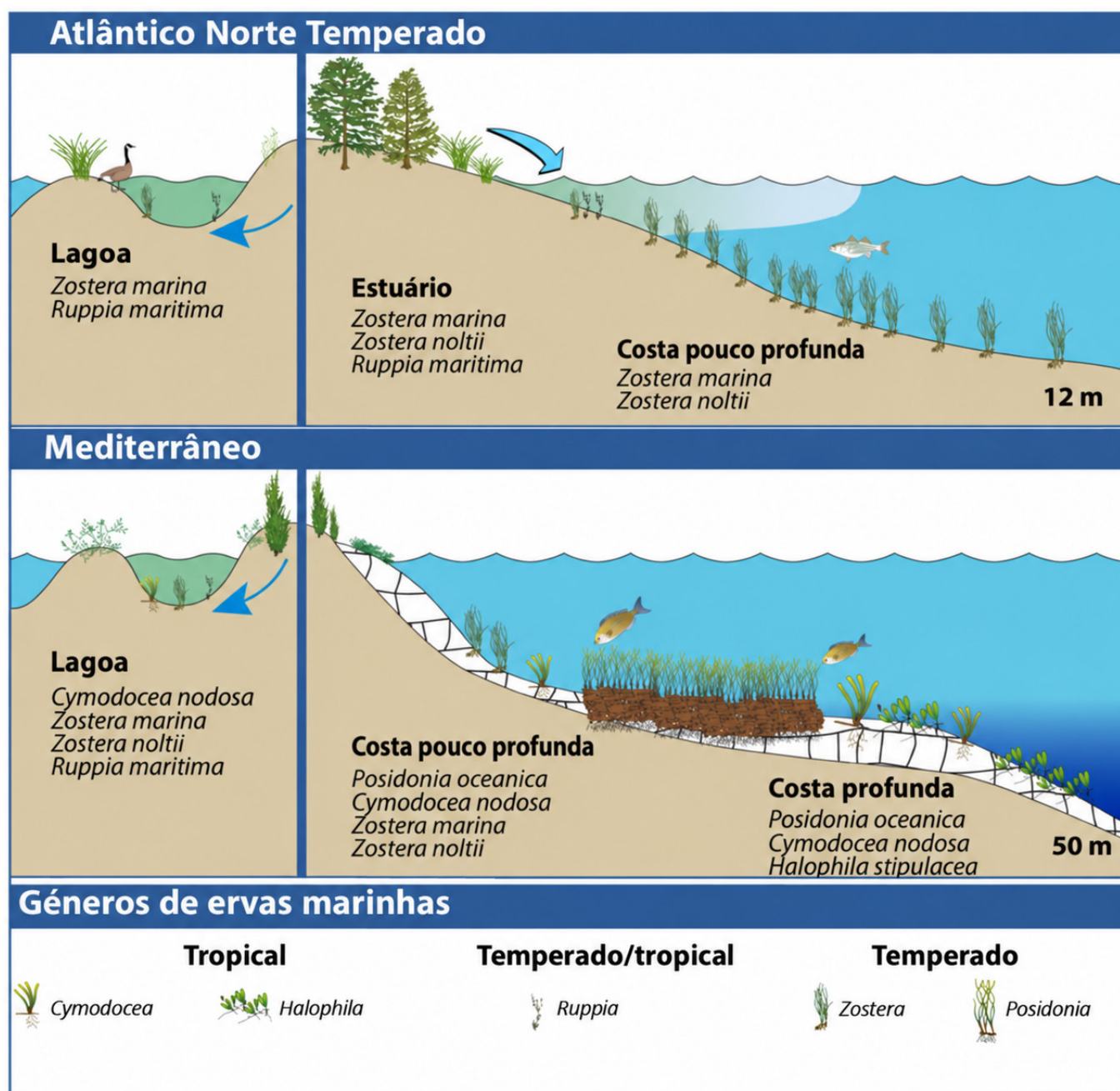


Figura 1. Diagramas de habitats de ervas marinhas para (a) a Bioregião Temperada do Atlântico Norte e (b) a Bioregião Mediterrânea (modificada a partir de Short et al., 2007). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350, 3–20)

PLANO DE AULAS 4, 5 & 6. AMOSTRAGEM DE CAM- PO DE ERVAS MARINHAS

DURAÇÃO: 180 MINUTOS (ATIVIDADE DE CAMPO)

Devido à sua duração alargada (3 horas) e à sua estrutura em três distintas fases instrucionais (pré-preparação de campo, investigação de campo e reflexão pós-campo), esta amostragem de campo equivale a três planos de aula.

RESUMO DA AULA

Esta aula de campo ao ar livre proporciona aos alunos experiência prática nas técnicas de amostragem de ervas marinhas usadas por cientistas marinhos, criando conexões significativas entre a aprendizagem em sala de aula e o ambiente marinho. Ao colher, observar e manusear ervas marinhas reais, os alunos aprofundam a sua compreensão e envolvimento de formas que as atividades em sala de aula não conseguem replicar. Os alunos visitarão um local costeiro marinho, um local estuarino ou uma lagoa costeira para recolher amostras de ervas marinhas na zona intertidal e/ou subtidal superior, utilizando métodos de campo científicos. Trabalhando em equipas, aprenderão os procedimentos adequados de amostragem, protocolos de segurança em campo e técnicas de manuseamento de plantas, enquanto ganham experiência com práticas científicas autênticas. A atividade liga o conhecimento em sala de aula sobre a morfologia, taxonomia e identificação das ervas marinhas com o trabalho de campo no mundo real. Os estudantes também irão preparar as suas amostras para análises laboratoriais subsequentes, experienciando fases-chave do processo de investigação marinha. Ao longo da aula, é dada ênfase à observação cuidadosa, ao trabalho em grupo, à consciência de segurança e ao respeito pelos ecossistemas marinhos.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Descrever como é feita a amostragem de ervas marinhas
- Explicar a importância de enxaguar cuidadosamente as amostras para preservar a estrutura das plantas

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Usar corretamente e com segurança um amostrador de PVC para extrair amostras de ervas marinhas
- Trabalhar colaborativamente em grupos de campo para recolher amostras
- Enxaguar as plantas com água do mar usando um peneiro sem danificar as estruturas vegetais
- Registrar as observações de campo sistematicamente (local, data, condições, identificação preliminar de espécies)
- Seguir protocolos de segurança em ambientes de campo marinho

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Apreciar os desafios e recompensas da investigação de campo
- Valorizar o trabalho colaborativo em grupo no trabalho de campo científico

COMPETÊNCIAS-CHAVE DESENVOLVIDAS

Competências em Literacia Científica:

- Usar instrumentos (amostradores) para recolha de dados
- Recolher amostras biológicas usando métodos de campo padronizados
- Seguir com rigor os protocolos de amostragem científica

Competências em Literacia Ambiental:

- Reconhecer a importância da investigação de campo para a monitorização ambiental

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalhar eficazmente em grupos de campo sob condições variadas
- Partilhar responsabilidades para o manuseamento de equipamentos e amostras
- Apoiar os membros do grupo durante tarefas desafiantes no campo

PREPARAÇÃO PRÉ-ATIVIDADE

(Orientação do professor):

Antes da implementação da atividade, o Professor deve ter identificado, visitado e avaliado cuidadosamente um local costeiro adequado com uma pradaria de ervas marinhas, garantindo que é acessível e seguro para a participação dos alunos. Recomenda-se também que o Professor consulte tanto fontes de informação fiáveis e o conhecimento local (por exemplo, pescadores) para determinar o período mais apropriado para conduzir a atividade.

Período recomendado

Geralmente de maio a setembro

Razões:

- Temperaturas mais elevadas da água tornam o trabalho de campo mais confortável e seguro, permitindo condições de amostragem mais fáceis
- Melhor fase do ciclo de crescimento das ervas marinhas - as plantas são maiores e mais robustas, permitindo uma observação morfológica e identificação mais fáceis

Espécies esperadas:

- *Cymodocea nodosa*
- *Ruppia maritima*
- *Zostera marina*
- *Zostera noltei*

Opções de locais de amostragem

1. Zona Intertidal
2. Zona Subtidal Superior

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Equipamento de Campo (por grupo de 3-4 alunos):

- 1 amostrador de PVC (20 cm de diâmetro) (Fig. 1)
- 1 peneiro grande (escorredor) para enxaguar amostras
- 5-10 sacos grandes de plástico com etiquetas para armazenamento de amostras
- Marcador impermeável para rotulagem
- Caderno de campo
- Lápis/canetas à prova de água
- Uma geleira com placas de gelo para todas os grupos (para transportar amostras de volta à escola/laboratório)

Segurança e Equipamento Pessoal (por aluno):

- Botas de borracha ou sapatos de água
- Vestuário adequado ao tempo (ver Anexo: Segurança no Campo e Código de Vestuário)
- Proteção solar (chapéu, protetor solar)



Figura 1. Um amostrador de PVC (20 cm de diâmetro)

- Garrafa de água
- Kit de primeiros socorros (responsabilidade do Professor)

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: PREPARAÇÃO PRÉ-CAMPO

Revisão Geral do Protocolo de Amostragem

O Professor demonstra ou explica o procedimento de amostragem:

Passo 1: Seleção dos locais de amostragem

- Procurar pradarias visíveis de ervas marinhas
- Espaçar os grupos para evitar áreas sobrepostas
- Ter atenção à profundidade da água e tipo de substrato

Passo 2: Recolha da amostra com o amostrador

- Empurrar o amostrador verticalmente no substrato até ca. 15 cm de profundidade

- Rodar suavemente se necessário para penetrar no sedimento
- Tapar a abertura superior com a mão
- Remover cuidadosamente o amostrador para fora da água, mantendo uma mão por cima e a outra na parte inferior (Figs. 2 e 3)
- Transportar para a área de enxaguamento

Passo 3: Extração da amostra

- Drenar o excesso de sedimento através do fundo
- Empurrar suavemente a amostra para o peneiro

Passo 4: Enxaguar

- Segurar o peneiro na água do mar
- Agitar e enxaguar suavemente para remover sedimentos
- Ter muito cuidado para não danificar as estruturas das plantas (raízes, rizomas, folhas)
- Continuar até a amostra estar limpa, mas intacta



Figura 2. Amostragem de ervas marinhas usando um amostrador.



Figura 3. Vista da amostra de ervas marinhas dentro de um amostrador transparente

Passo 5: Armazenamento

- Colocar as plantas lavadas num saco de plástico etiquetado
- Adicionar uma pequena quantidade de água do mar para manter a humidade
- Registar: data, hora, local, nome do grupo, observações preliminares

Atribuições de Grupo & Responsabilidades

- Dividir a turma em grupos de 3-4 alunos
- Atribuir funções dentro de cada grupo:
 - **Amostrador:** opera o amostrador
 - **Enxaguador:** Enxagua as plantas com a mão
 - **Registador:** escreve observações e rótulos
 - **Gestor de Equipamento:** gere sacos e peneiros
 - **Fotógrafo:** tira fotografias da área de amostragem, da pradaria e do procedimento de amostragem
- Rodar os papéis desempenhados, se necessário
- Cada grupo recebe um amostrador e equipamento de apoio

FASE 2: AMOSTRAGEM DE CAMPO

A. Orientação no Local

- O Professor conduz uma breve caminhada para mostrar os locais das pradarias marinhas
- Os alunos observam os campos marinhos in situ antes da amostragem

- Identificam diferenças visíveis em densidade, profundidade e exposição

B. Demonstração

- O Professor demonstra o procedimento completo de amostragem com um grupo
- Demonstra a técnica correta de amostragem
- Demonstra o enxaguamento cuidadoso

Perguntas durante a demonstração:

- “Porque é que só vamos a cerca de 15 cm de profundidade?” (Para capturar rizomas e raízes sem excesso de sedimentos)
- “Porque é que temos de enxaguar com cuidado?” (Para ver claramente as estruturas das plantas sem as danificar)
- “O que devemos registar sobre o local de amostragem?” (local, data, hora, possível características específicas da área)

C. Amostragem de Equipas

- Os grupos podem recolher 1 a 3 amostras, dependendo do tempo e das condições.
- Cada grupo mostra brevemente a(s) sua(s) amostra(s) aos restantes
- Discussão sobre a identificação preliminar de espécies (será confirmada em laboratório)

Preparação de Amostras para Transporte

- Verificar se as amostras estão húmidas
- Verificar se os rótulos estão legíveis e completos

- Colocar todos os sacos de amostras numa geleira com placas de gelo
- Enxaguar os amostradores e peneiros em água do mar
- Contar e recolher todo o equipamento
- Descartar qualquer lixo corretamente (não deixe rasto)
- Verificação final do local - certifique-se de que não fica nada para trás

Reflexão no autocarro ao regressar à escola

- “O que foi mais desafiante na amostragem?”
- “O que te surpreendeu pradaria de ervas marinhas?”
- “Como é que isto foi diferente de olhar para fotos na aula?”
- “O que aprendeste sobre trabalhar no campo como equipa?”

FASE 3: PROCEDIMENTOS PÓS-CAMPO

Armazenamento de Amostras No Regresso à Aula:

- Transportar a geleira diretamente para o frigorífico
- Armazenar amostras a temperatura fria (4-8°C) até ao processamento laboratorial
- As amostras devem ser processadas dentro de 24 horas para obter os melhores resultados
- Enxaguar o equipamento de campo com água doce
- Secar e guardar amostradores e peneiros

FASE 4: AVALIAÇÃO / AVALIAÇÃO PÓS-CAMPO

Reflexão Escrita

1. Descreve os passos que seguiste para recolher a tua amostra de erva marinha.

2. Descreve o habitat de pradarias marinhas onde amostraste (profundidade, substrato, densidade, outros organismos observados).

3. Que espécies achas que recolheste? Que características te fizeram pensar isso?

4. Qual foi a parte mais desafiante da amostragem de campo?

5. Qual foi a coisa mais interessante que aprendeste ou observaste?

6. Em que é que trabalhar no campo é diferente de estudar ervas marinhas na sala de aula?

CrITÉrios de Sucesso Partilhados com os Estudantes:

- Eu consigo usar um amostrador de forma segura e correta para recolher amostras de ervas marinhas
- Eu consigo enxaguar amostras cuidadosamente sem danificar as estruturas das plantas
- Eu consigo registar observações de campo precisas
- Eu posso trabalhar eficazmente como parte de uma equipa de investigação de campo
- Eu consigo identificar pelo menos uma espécie de erva marinha a partir de plantas no campo
- Eu consigo seguir protocolos de segurança em ambientes de campo marinhos
- Eu posso explicar porque é que uma técnica de amostragem adequada é essencial

Anexo

SEGURANÇA DE CAMPO ECÓDIGO DE VESTUÁRIO

PROTOCOLOS DE SEGURANÇA

Regras Gerais de Segurança:

1. Trabalha sempre em equipa; nunca te separe da tua equipa
2. Permanece nas áreas de amostragem seguras designadas pelo Professor
3. Não entres na água sem permissão do Professor e não vás mais abaixo da altura do joelho
4. Tem atenção a conchas afiadas, pedras e superfícies escorregadias
5. Se precisares de ajuda, levanta a mão e chama o Professor
6. Transporta o equipamento com cuidado; Não corras com objetos afiados ou pesados
7. Observa, mas não toques em animais ou plantas desconhecidos

CÓDIGO DE VESTUÁRIO & ROUPA RECOMENDADA

Itens Essenciais

- Botas de borracha
- Roupas de secagem rápida é preferível (roupa de desporto, fato de banho)
- Chapéu ou boné de aba larga
- Protetor solar
- Garrafa de água (identificada com o nome do aluno)

Itens Recomendados:

- Toalha
- Muda completa de roupa seca no saco (para trocar depois da aula, se necessário)

O que NÃO levar:

- Joalharia ou eletrónica de valor
- Sapatos abertos, chinelos, sandálias
- Calças de ganga (muito desconfortáveis quando molhadas)
- Dinheiro ou bens de valor
- Minimizar o ruído e evitar movimentos desnecessários durante a atividade, pois estes podem perturbar a vida selvagem (por exemplo, aves)
- Não deixar nenhum lixo no local
- Recolher e descartar corretamente todos os resíduos antes de sair da área

PLANO DE AULAS 7, 8 & 9. PROCESSAMENTO LAB- ORATORIAL DE ERVAS MARINHAS & ANÁLISE

DURAÇÃO: 180 MINUTOS (SESSÃO LABORATORIAL)

Esta sessão laboratorial requer uma duração prolongada (3 horas) para garantir a compatibilidade e integridade dos procedimentos de medição e análise. Uma vez que as atividades envolvem passos sequenciais no processamento de amostras e análise de dados, a interrupção da sessão compromete o processo de aprendizagem. Além disso, os alunos trabalham em conjunto em grupos, o que exige que o Professor forneça orientação, monitorização e apoio contínuos a cada grupo, aumentando ainda mais o tempo necessário para uma implementação eficaz. Por isso, é considerado equivalente a três planos de aula.

RESUMO DA AULA

Esta aula de laboratório segue-se à amostragem de campo e proporciona aos estudantes experiência prática no processamento e análise de espécimes de ervas marinhas utilizando métodos científicos padronizados. Trabalhando em grupos com as amostras recolhidas no campo, os alunos irão proceder à identificação das espécies com base em características morfológicas, distribuição geográfica e tipo de habitat. Os alunos realizarão seguidamente medições quantitativas, incluindo a densidade de rebentos, densidade foliar, medições do comprimento das folhas e determinação da biomassa. Através da recolha de amostras e cálculo sistemáticos, os alunos transformarão amostras de campo em dados ecológicos significativos, aprendendo como os cientistas quantificam a saúde e abundância das pradarias marinhas. Esta aula enfatiza o rigor, a aplicação matemática na ciência e a compreensão da ligação entre medições individuais e padrões ao nível do ecossistema.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Identificar espécies de ervas marinhas usando características morfológicas distintivas, distribuição geográfica e tipo de habitat
- Definir métricas-chave das ervas marinhas: densidade de rebentos, densidade foliar, comprimento das folhas, biomassa
- Explicar o que a densidade dos rebentos (número de rebentos/m²) pode indicar sobre a saúde da pradaria
- Compreender que folhas longas com bainha são folhas adultas; folhas mais curtas, com ou sem bainha curta são folhas intermédias, e folhas curtas sem bainha são folhas juvenis

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Contar com rigor o número de rebentos numa amostra
- Classificar as folhas como adultas, intermédias ou juvenis
- Medir o comprimento da folha usando uma régua (até ao milímetro mais próximo)
- Contar cicatrizes (marcas) de folhas em rizomas verticais
- Determinar a biomassa fresca secando a superfície da planta e pesando
- Registar os resultados em folhas de dados
- Calcular médias a partir de múltiplas medições

- Compare os dados do grupo com os dados da turma para identificar padrões

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Demonstrar paciência e rigor durante medições detalhadas
- Valor o rigor e o registo cuidadoso no trabalho científico
- Colaborar eficazmente durante procedimentos complexos com vários passos
- Reconhecer que as medições individuais contribuem para a compreensão de padrões maiores

COMPETÊNCIAS-CHAVE DESENVOLVIDAS

Competências em Literacia Científica:

- Processar sistematicamente amostras biológicas usando protocolos padronizados
- Recolher dados quantitativa e qualitativamente com rigor

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender as medidas quantitativas da biomassa pradarias de ervas marinhas
- Reconhecer variação dentro e entre espécies de ervas marinhas
- Apreciar a base científica para monitorização ambiental

Competências Digitais:

- Uso de calculadoras para conversões matemáticas

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalhar eficazmente em grupos de laboratório com funções definidas
- Partilha de responsabilidades durante procedimentos de vários passos

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Por grupo (3-4 alunos trabalham com a sua amostra de campo):

- 1 amostra recolhida no campo (refrigerada desde a saída de campo)
- Tabuleiro raso para processamento da amostra
- Régua métrica (30 cm, graduada em mm)
- Lente manual ou lupa
- Pinças (para separar as partes da planta)
- Papel ou toalhas para secar as plantas
- Pequenos recipientes etiquetados para separar componentes da planta
- Ficha técnica do laboratório (ver Anexo)
- Lápis/canetas
- Calculadora

Equipamento de Laboratório Partilhado:

- Balança digital (precisão até 0.1 g) - 1 por 2-3 grupos
- Mesas de trabalho grandes
- Recipientes para eliminação de materiais vegetais
- Papel de cozinha/papel absorvente em quantidade
- Tabuleiros para transportar as amostras

Materiais Opcionais:

- Microscópio ou estereoscópio para observação detalhada

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: PREPARAÇÃO & RECUPERAÇÃO DA AMOSTRA

Atividade: “Do Campo ao Laboratório”

- Atribuir espaços de trabalho em grupo
- Distribuir materiais básicos (tabuleiros, réguas, fichas de dados)
- Certificar-se de que cada grupo tem a sua amostra rotulada e retirada do frigorífico
- Os grupos recolhem a sua amostra refrigerada
- Abrem cuidadosamente o saco sobre o tabuleiro
- Deitam o conteúdo (planta + água restante) na tabuleiro
- Observações iniciais:
 - A condição geral da planta
 - Observações preliminares da espécie
- O Professor descreve o fluxo de trabalho da sessão:
 1. Identificação da espécie
 2. Contagem de rebentos e cálculo da densidade
 3. Contagem de folhas e classificação
 4. Cálculo da densidade foliar

5. Contagem de cicatrizes (marcas) nos rizomas (para *Cymodocea nodosa*)
6. Medições do comprimento das folhas
7. Determinação da biomassa

Intenção de Aprendizagem Partilhada: “Hoje irão analisar as vossas amostras de campo como cientistas marinhos profissionais, fazendo medições precisas que nos ajudam a compreender o estado de saúde e abundância das pradarias marinhas”

FASE 2: IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES

Atividade: Que espécies encontrámos?”

A. Revisão dos Critérios de Identificação

O Professor lembra e especifica que a definição se baseia em fatores morfológicos e é controlado pela distribuição geográfica e pelo habitat

1. Características Morfológicas (distintivas):

- Consultar os guias de identificação de espécies do Plano de Aula 3: Taxonomia e Identificação de Espécies de Ervas Marinhas Módulo Temático 2: As Ervas Marinhas são Plantas Únicas

2. Distribuição Geográfica:

- Onde foi recolhida a amostra?
- Que espécies ocorrem nesta região? (ver Plano de Aula 3: Pradarias de Ervas Marinhas nas Águas Costeiras da Europa, Módulo Temático 3: As Ervas Marinhas Formam Extensas Pradarias Subaquáticas)

3. Tipo de habitat:

- Área costeira marinha? Lagoa Costeira? Intertidal? Subtidal Superior?

- Preferências de habitat de espécies:

- *Cymodocea nodosa*: Principalmente subtidal, zona costeira, estuário, lagoa costeira
- *Ruppia maritima*: água salobra, estuário, lagoa costeira
- *Zostera marina*: Principalmente subtidal, zona costeira, estuário, lagoa costeira
- *Zostera noltei*: Principalmente intertidal, zona costeira, estuário, lagoa costeira

B. Processo de Identificação em Grupo

Cada grupo examina a sua amostra:

1. Observem cuidadosamente as características morfológicas
 - Usem a lente de mão para examinação detalhada
 - Verifiquem a largura da folha, tipo de bainha, características do rizoma
2. Considerem a localização da amostra e o habitat
3. Consultem o guia de identificação das espécies
4. Discutam em grupo e cheguem a um consenso
5. Registem a identificação preliminar na ficha técnica

FASE 3: MEDIÇÃO DA DENSIDADE DE REBENTOS

Atividade: “Contar rebentos & Calcular a Densidade”

Rebento: Folhas mais rizoma, horizontal ou vertical

Procedimento:

1. Separem cuidadosamente os rebentos na amostra
 - Incluir: todos os rebentos com folhas vivas
2. Registrar: Número de rebentos por amostra na ficha técnica

Exemplo:

- O grupo encontra rebentos na sua amostra
- Registo: rebentos/amostra

Professor explica o conceito de conversão:

O amostrador tem um diâmetro de 20 cm, pelo que a sua área superficial é de **0.0314 m²**. Assim, amostra uma pequena área circular de 0.0314 m². Para estimar a densidade de rebentos por m², dividimos o número de rebentos por 0.0314. Isto permite-nos ampliar a nossa amostra para representar 1 m² de pradaria. Os cientistas reportam a densidade em **rebentos por metro quadrado (rebentos/m²).**”

Fórmula de conversão: Densidade de rebentos (rebentos/ m²) = Número de rebentos no amostrador ÷ 0.0314

Discussão em Aula:

- “Que grupo obteve a maior densidade de rebentos?”
- “Que grupo obteve o menor valor?”

FASE 4: CONTAGEM DE FOLHAS & CLASSIFICAÇÃO

Atividade: “Analisando Folhas - Adultas, Intermédias e Juvenis”

Procedimento para cada grupo:

1. Seleccionem 10 rebentos da vossa amostra
2. Em cada rebento, contem cuidadosamente o total de folhas
3. Registem o número para cada rebento na tabela de dados
4. Classifiquem as folhas como adultas, intermédias e juvenis

Distinção-chave:

- **Folhas adultas:** Têm uma bainha visível (parte basal que envolve o rebento) e são longas
- **Folhas intermédias:** Sem bainha ou muito reduzida, comprimento intermédio
- **Folhas juvenis:** sem bainha, curtas

O professor demonstra com um rebento da amostra, apontando a presença e ausência da bainha

Os grupos examinam vários rebentos:

- Notem a proporção de folhas adultas, intermédias e juvenis
- Registem as observações (por exemplo, “A maioria das folhas é adulta com bainhas visíveis”)

Calcular a média de folhas por rebento

Conceito matemático: Média

Fórmula: Média de folhas/rebento = Total de folhas vivas contadas ÷ Número de rebentos

Calcular a densidade foliar

- **Conceito:** Quantas folhas por metro quadrado há na pradaria?

Fórmula: Densidade foliar (nu de folhas/m²) = Densidade de rebentos (rementos/m²) × Média nu de folhas por rebento

Comparação na aula:

- “Que amostra tinha mais folhas por m²?”
- “Como é que a densidade das folhas se relaciona com a densidade dos rebentos?”

FASE 5: CONTAGEM DE CICATRIZES EM RIZOMAS (para *Cymodocea nodosa*)

Atividade: “Leitura da História do Rizoma”

A. Compreender as Cicatrizes

Explicação do Professor:

“Quando folhas velhas caem, deixam marcas chamadas cicatrizes no rizoma ortotrópico. Ao contar cicatrizes, podemos estimar quantas folhas a planta produziu ao longo do tempo”

Pontos-chave:

- As cicatrizes aparecem nos **rizomas ortotrópicos (verticais)**
 - Cada cicatriz representa uma folha que caiu
- O professor demonstra a identificação de uma cicatriz usando uma amostra.

B. Procedimento de Contagem de Cicatrizes

Procedimento:

1. Identifiquem 5 rizomas verticais (ortotrópicos) na vossa amostra
2. Para cada rizoma vertical, contem as cicatrizes de folhas visíveis
3. Registem a contagem para cada rizoma

D. Calcular a Média de Cicatrizes

Fórmula: Média de cicatrizes = Cicatrizes totais contadas ÷ 5 rizomas

FASE 6: MEDIÇÕES DO COMPRIMENTO DAS FOLHAS

Atividade: “Medição de Precisão”

Demonstração de Técnica de Medição

O Professor demonstra a técnica adequada:

1. Estiquem suavemente a folha sem rasgar
2. Meçam desde a base da folha (onde esta encontra a bainha) até à ponta
3. Registem em milímetros (mm)

Dicas de medição:

- Coloquem a folha plana sobre papel branco para maior visibilidade
- Meçam ao longo do centro da folha
- Sejam consistentes com o ponto inicial para todas as medidas

Medições em Grupo

Procedimento:

1. Seleccionem 5 rebentos da vossa amostra
2. Para cada rebento, meçam todas as folhas vivas
3. Registrar cada medição na tabela de dados

Calcular o Comprimento Médio da Folha

Fórmula: Comprimento Médio da Folha = Total de todos os comprimentos das folhas ÷ Número total de folhas medidas

Comparação na Aula:

- Criem um histograma no quadro mostrando a distribuição dos comprimentos médios das folhas
- Discutam a variação entre espécies e amostras

FASE 7: DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA

Atividade: “Sucesso na Pesagem - Medição da Biomassa Fresca”

Compreender a Biomassa

Explicação do Professor:

“**Biomassa** é o peso total ou massa dos organismos vivos numa área específica. Diz-nos sobre a **abundância** de ervas marinhas.”

Porquê medir biomassa?

- Indica a quantidade de erva marinha presente
- Permite a comparação entre locais e ao longo do tempo

Componentes medidas em conjunto:

Todas as folhas, todos os rizomas, todas as raízes

B. Preparação de Amostras para Pesagem

Passo Crítico: Remover o excesso de água

Procedimento:

1. Remover a amostra do tabuleiro
2. Colocar a amostra em várias camadas de papel de filtro ou papel de cozinha
3. Enxaguar suavemente
4. Teste: Pressione suavemente a amostra com papel limpo - não deve deixar marcas húmidas
5. Se estiver molhado, continue a enxaguar

Porque é que isto é importante:

- A água na superfície da planta acrescenta peso não relacionado com os tecidos da planta
- A biomassa fresca representa o peso da erva marinha imediatamente após a recolha (e a limpeza), contendo a humidade natural

Procedimento de Pesagem

Os grupos revezam-se na partilha das balanças digitais:

Procedimento:

1. Tarar a balança com um recipiente vazio
2. Colocar a amostra inteira (folhas + rizomas + raízes juntas) no recipiente
3. Registar o sub-peso em gramas (até 0.1g de precisão)
4. Registar: Biomassa fresca (g/m²)

Cálculo da Densidade de Biomassa

Conceito: Converter a medição do amostrador para metro quadrado

Fórmula: Biomassa fresca (g/m²) = Peso fresco (g/amostrador) ÷ 0.0314

Este número representa abundância:

- Maior biomassa = mais abundância de ervas marinhas
- Menor biomassa = pradaria mais esparsa ou plantas mais pequenas

Discussão em aula:

- “Que fatores podem afetar a biomassa?” (espécies, estação do ano, profundidade, qualidade da água, nutrientes)

FASE 8: COMPILAÇÃO DE DADOS & ANÁLISE

Atividade: “O que dizem os nossos números?”

Resumo dos Dados do Grupo

Cada grupo completa um resumo da folha de dados com todos os valores calculados:

Tabela Resumida:

Medição	Valor	Unidades
Espécie Identificada		
No. de rebentos por amostrador		rebentos
Densidade de rebentos		rebentos/m ²
Média no. de folhas por rebento		folhas/rebento
Densidade foliar		folhas/m ²
Média de cicatrizes (se aplicável)		cicatrizes/rizoma
Comprimento médio da folha		mm
Peso fresco por amostrador		g
Biomassa fresca		g/m ²

FASE 9: AVALIAÇÃO & REFLEXÃO

Atividade de Avaliação: Relatório de Laboratório & Análise de Dados

A. Relatório de Saída Individual

Os alunos completam individualmente:

Parte 1: Identificação de Espécies

1. Que espécie identificaste no teu grupo?
2. Lista duas evidências que te ajudaram a identificar esta espécie: _____

Part 2: Measurements & Calculations

3. A nossa amostra tinha _____ rebentos/amostrador, que equivale a _____ rebentos/m².
4. A nossa média de folhas por rebento foi _____, e a densidade das nossas folhas foi _____ folhas/m².

5. O nosso peso fresco foi _____ g/amostrador, que é igual a _____ g/m² de biomassa.
6. Mostra o teu cálculo para a densidade de rebentos (rebentos/m²):

Parte 3: Reflexão

7. Qual foi a medida mais desafiante de tomar com precisão? Porquê?
8. Como é que a análise de amostras no laboratório ajuda os cientistas a compreender as pradarias de ervas marinhas?

Perguntas para discussão:

- “O que vos surpreendeu nas vossas amostras?”
- “Como é que as nossas amostras individuais contribuem para a compreensão de toda a pradaria?”

ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante o Trabalho de Laboratório):

1. Lista de Verificação de Observação (Acompanhamento do Professor ao longo de todo o processo):

Para cada grupo, observe:

- Identifica corretamente espécies usando tipos de evidência múltipla
- Conta rebentos com rigor
- Executa os cálculos corretamente (densidade de rebentos, densidade foliar, biomassa)
- Mede o comprimento da folha com precisão usando a técnica apropriada
- Distingue entre folhas adultas e juvenis
- Manuseia os espécimens cuidadosamente sem danos excessivos
- Regista os dados de forma ordenada e completa numa folha de dados
- Trabalha colaborativamente com papéis definidos
- Utiliza a calculadora de forma adequada para conversões
- Faz perguntas claras na incerteza

2. Inquérito durante os Procedimentos:

- “Como podes saber se esta folha é adulta, intermédia ou juvenil?”
- “O que é que a biomassa elevada nos diz sobre a pradaria?”

3. Verificações dos Cálculos:

- Circule pela sala para rever o progresso dos cálculos
- Identifique erros matemáticos comuns para correção na aula

- Forneça retorno imediato sobre o uso das unidades
- Garanta um arredondamento adequado e valores significativos
- Observe a dinâmica dos grupos
- Monitorize a distribuição de papéis e rotação
- Avalie a qualidade da comunicação dentro dos grupos
- Note a colaboração para a resolução de problemas

Avaliação Sumativa (Fim da Aula):

Avaliação do Relatório de Laboratório:

- Identificação de Espécies
- Medições & Cálculos
- Interpretação de Dados
- Reflexão
- Ficha de Dados Completa

CrITÉrios de Sucesso Partilhados com os Estudantes:

- Eu consigo identificar espécies de ervas marinhas usando morfologia, distribuição e habitat
- Eu consigo contar os rebentos e calcular a densidade de rebentos (rebentos/m²)
- Eu consigo medir o comprimento da folha com precisão até ao milímetro mais próximo
- Eu consigo calcular médias a partir de medições múltiplas
- Eu consigo determinar o peso fresco e converter em biomassa (g/m²)
- Eu posso explicar o que as medições de densidade e biomassa nos dizem sobre a saúde das pradarias

MODELO DE FICHA TÉCNICA DE LABORATÓRIO

FICHA TÉCNICA DE ANÁLISE LABORATORIAL DE ERVAS MARINHAS

Nome do Grupo: _____ Data: _____ Membros do Grupo: _____

Local de Amostragem: _____

Tipo de habitat: ☐ Intertidal ☐ Subtidal ☐ Lagoa costeira ☐ Área costeira marinha ☐ Estuário

SECÇÃO 1: IDENTIFICAÇÃO DE ESPÉCIES

Identificação Preliminar: _____

Evidências Utilizadas:

1. Características morfológicas: _____
2. Distribuição geográfica: _____
3. Tipo de habitat: _____

Espécie Confirmada pelo Professor: _____

SECÇÃO 2: DENSIDADE DE REBENTOS

Número de rebentos por amostrador: _____ Rebentos

Cálculo: Densidade de rebentos (no.de rebentos/m²) = _____ rebentos ÷ 0.0314 = _____ disparos/m²

SECÇÃO 3: CONTAGEM DE FOLHAS

Rebento	Número de folhas
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Total	

Cálculo: Média no. de folhas/rebentos = Total no. de folhas _____ ÷ Número de rebentos _____ = _____ folhas/rebento

Observações sobre Classificação das Folhas:

- Percentagem aproximada de folhas adultas: _____%
- Percentagem aproximada % de folhas intermédias: _____%
- Percentagem aproximada % de folhas juvenis _____%

SECÇÃO 4: DENSIDADE DE FOLHAS

Cálculo: Densidade foliar = Densidade dos rebentos _____ rebentos/m² × Média no. de folhas/rebento _____ = _____ folhas/m²

SECÇÃO 5: CONTAGEM DE CICATRIZES DE RIZOMA (para *Cymodocea nodosa*)

Rizoma vertical	Número de cicatrizes nas folhas
1	
2	
3	
4	
5	
TOTAL	

Cálculo: Média no. de cicatrizes = Total no. de cicatrizes ÷ 5 = _____ cicatrizes/rizoma vertical

SECÇÃO 6: MEDIÇÕES DO COMPRIMENTO DAS FOLHAS

Medição de todas as folhas vivas em 5 rebentos:

Rebento	Folha 1	Folha 2	Folha 3	Folha 4	Folha 5	Folha 6
1						
2						
3						
4						
5						

Todas as medições em milímetros (mm)

Cálculo: Comprimento total de todas as folhas medidas: _____ mm. Número de folhas medidas: _____ . Comprimento médio da folha = Comprimento total _____ mm ÷ Número de folhas _____ = _____ mm

SECÇÃO 7: BIOMASSA FRESCA

Biomassa fresca (amostra inteira: folhas + rizomas + raízes):

Peso medido: _____ g/amostrador

Cálculo: Biomassa fresca (g/m²) = Peso medido _____ g ÷ 0.0314 = _____ g/m²

SECÇÃO 8: TABELA SUMÁRIA

Medição	Valor	Unidades
Espécie Identificada		
No. rebentos por amostrador		Rebentos
Densidade de rebentos		rebentos/m ²
Média no. de folhas por rebento		folhas/rebento
Densidade foliar		folhas/m ²
No. médio de cicatrizes		cicatrizes/rizoma
Comprimento médio da folha		mm
Peso fresco por amostrador		g
Biomassa fresca		g/m ²

OBSERVAÇÕES & NOTAS:

PLANO DE AULAS 10, 11 & 12. ESTUDO DE LABORATÓRIO DA *POSIDONIA OCEANICA*

DURAÇÃO: 180 MINUTOS (SESSÃO LABORATORIAL)

Esta sessão laboratorial requer uma duração prolongada (3 horas) para garantir a continuidade e integridade dos procedimentos de medição e análise. Uma vez que as atividades envolvem passos sequenciais no processamento de amostras e análise de dados, a interrupção da sessão poderia comprometer o processo de aprendizagem. Além disso, os alunos trabalham colaborativamente em grupos, o que exige que o Professor forneça orientação, monitorização e apoio contínuos a cada grupo, aumentando ainda mais o tempo necessário para uma implementação eficaz. Por isso, é considerado equivalente a três planos de aula.

RESUMO DA AULA

Esta aula laboratorial especializada foca-se na *Posidonia oceanica*, uma espécie de erva marinha mediterrânea que forma vastas pradarias (Figs. 1 e 2). Ao contrário da aula anterior de amostragem de campo, os alunos não podem recolher espécimens de *Posidonia oceanica* por si próprios porque esta espécie cresce tipicamente a profundidades que requerem mergulho com escafandro (Fig. 3). Em vez disso, os alunos irão trabalhar com amostras recolhidas por um mergulhador certificado e assistir a vídeos subaquáticos de pradarias de *Posidonia oceanica*. Através de um exame morfológico detalhado, os alunos medirão o comprimento e a largura das folhas, classificarão as folhas por idade, determinarão o peso fresco das folhas por classe etária, examinarão bainhas de folhas mortas (escamas) e observarão os feixes vasculares foliares usando lentes ou lupas.

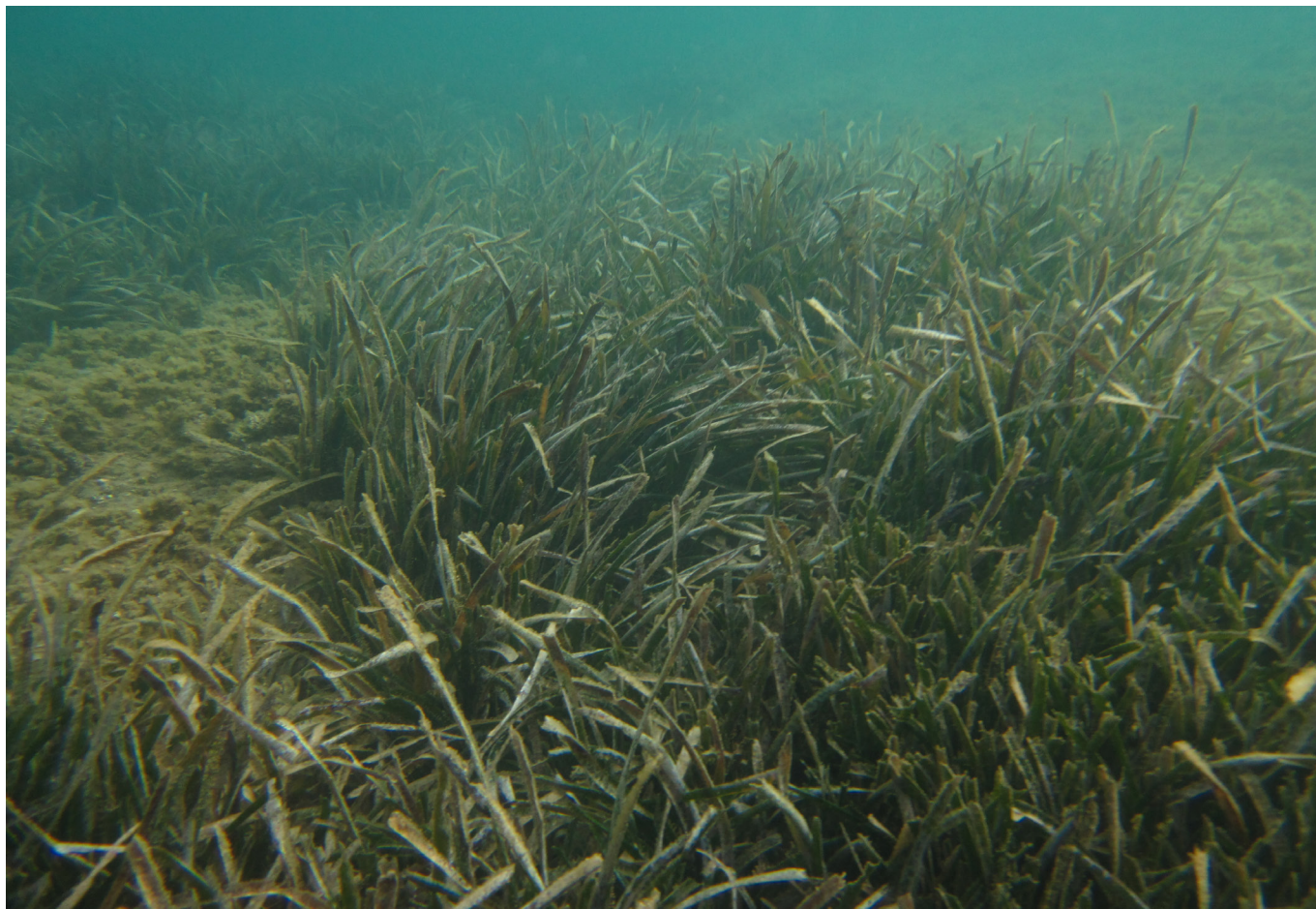


Figura 1. Pradaria de *Posidonia oceanica* nas águas costeiras da Trácia, Norte do Mar Egeu, Grécia (crédito da foto Stavros Bachtsevanidis/ Theodoros Kevrekidis)



Figura 2. Pradaria de *Posidonia oceanica* nas águas costeiras da Trácia, Norte do Mar Egeu, Grécia (crédito da foto Stavros Bachtsevanidis/ Theodoros Kevrekidis)

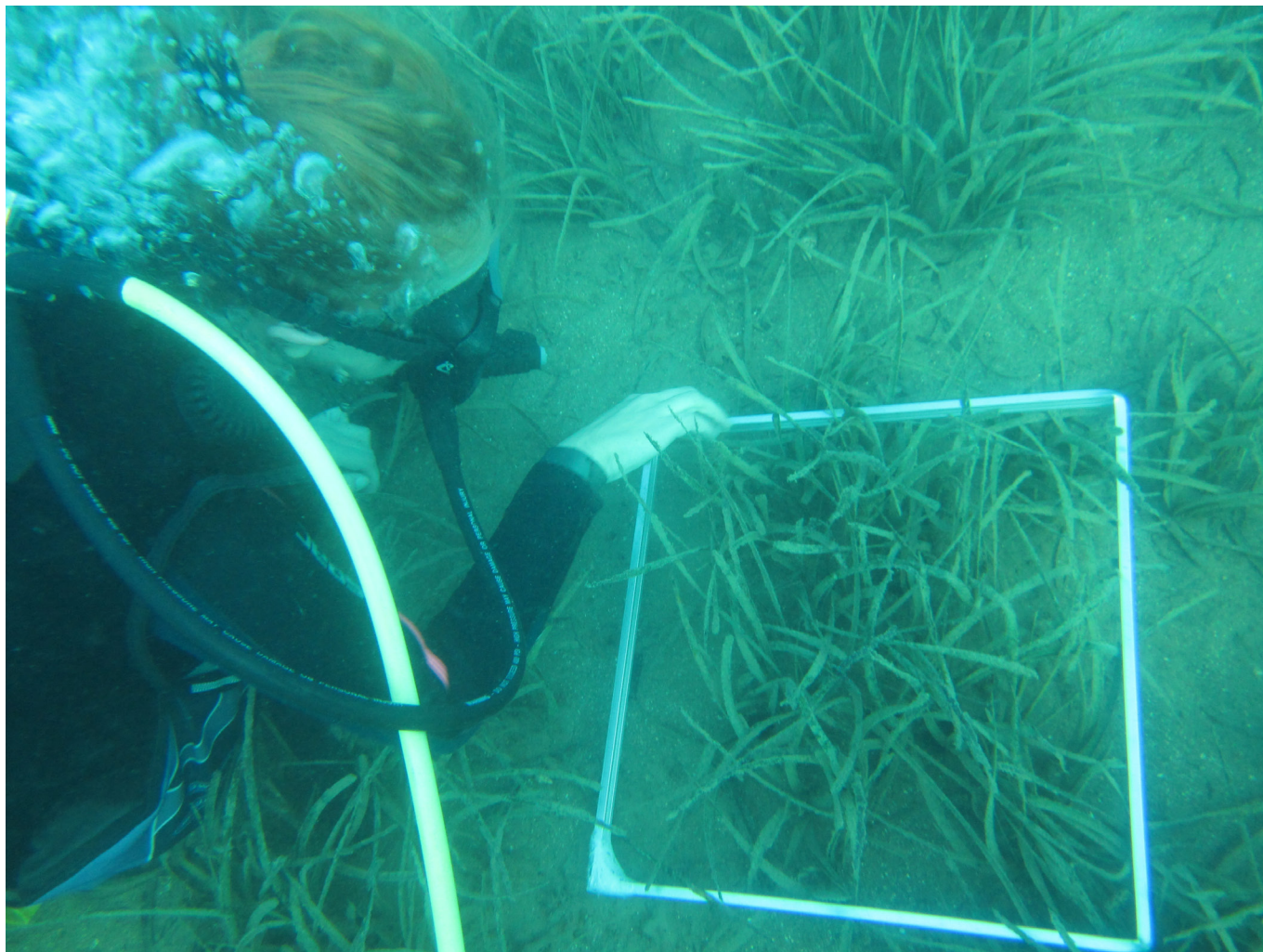


Figura 3. Amostragem de *Posidonia oceanica* e monitorização de campo para fornecer informações sobre o estado de saúde da pradaria; são recolhidos dados sobre várias variáveis da pradaria, incluindo densidade de rebentos, cobertura foliar e de rizomas, biomassa, etc. (águas costeiras da Trácia, Norte do Mar Egeu, Grécia; crédito da imagem Stavros Bachtsevanidis/Paraskevi Malea)

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Reconhecer a *Posidonia oceanica* pelas suas características distintivas: folhas largas em forma de tira, restos fibrosos castanhos de bainhas antigas (escamas) em rizomas, estrutura robusta (ver Plano de Aula 3: Taxonomia e Identificação de Espécie de Ervas Marinhas, Módulo Temático 2: Ervas Marinhas são Plantas Únicas)
- Classificar as folhas em classes de idades (adulta, intermediária, juvenil)
- Compreender que as bainhas mortas (escamas) nos rizomas verticais representam folhas adultas que caíram
- Explicar que aproximadamente 7-8 bainhas mortas correspondem a um ano de crescimento
- Reconheça que comparar o número de bainhas mortas entre anos mostra padrões da produção de folhas ao longo do tempo (indicando condições passadas)
- Identificar vasos condutores nas superfícies das folhas e em secções transversais da folha
- Compreender que os espaços de ar (lacunas)

nas folhas facilitam o transporte de oxigênio das folhas para o rizoma e as raízes

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Contar folhas por rebento com rigor
- Classificar as folhas por classe etária com base na presença da bainha, e comprimento da lâmina e da bainha
- Medir o comprimento e a largura da folha com precisão (mm)
- Remover e contar as bainhas mortas dos rizomas verticais usando técnica adequada
- Calcular valores médios a partir de medições múltiplas
- Determinar o peso fresco separadamente para diferentes classes etárias das folhas
- Usar lente manual e microscópio para observar feixes vasculares nas superfícies das folhas
- Observar secções transversais ao microscópio para identificar feixes vasculares e espaços de ar
- Interpretar o vídeo documental sobre pradarias subaquáticas
- Comparar folhas vivas com material acumulado nas praias (se a visita de campo foi realizada)

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Compreender que diferentes espécies requerem abordagens de amostragem e estudos diferentes

- Reconhecer a ligação entre as estruturas das plantas e as condições ambientais passadas (conceito de bioindicador)
- Definir a longevidade da *Posidonia oceanica*
- (indicado pelas bainhas mortas em vários anos)

COMPETÊNCIAS DESENVOLVIDAS

Competências em Literacia Científica:

- Processar sistematicamente amostras biológicas especializadas
- Usar microscopia e ampliação para observação detalhada
- Recolher dados quantitativos (contagens, medições, peso fresco)
- Calcular médias e comparar dados entre classes de idade foliar
- Usar apropriadas unidades, precisão e rigor nas medições
- Documentar observações através de desenhos e descrições

Competências em Literacia Ambiental:

- Ligar padrões de crescimento passado a condições ambientais passadas

Competências Digitais:

- Interpretar vídeo documental sobre ambientes subaquáticos

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalhar eficazmente em grupos laboratoriais com procedimentos complexos

- Comunicar as observações detalhadas de forma clara
- Valorizar carreiras profissionais de mergulho científico e de investigação

MATERIAIS NECESSÁRIOS

Por grupo (3-4 alunos):

- 1 rizoma vertical com rebentos de *Posidonia oceanica* (recolhidos por mergulhadores)
- Régua métrica (30 cm, graduada em mm)
- Lente de mão (lupa, 10x ampliação)
- Pinças
- Lâmina de barbear (para remover bainhas mortas) - uso supervisionado pelo Professor
- Pequenos recipientes etiquetados para folhas separadas por classes etárias
- Papel de filtro ou papel de cozinha
- Ficha técnica de laboratório (ver Anexo)
- Lápis/canetas
- Calculadora
- Esguicho com água
- Lâminas/lamelas para microscópio

Equipamento de Laboratório Partilhado:

- Balança digital (precisão até 0.1g) - 1 por 2-3 grupos
- Microscópio (1 em cada 2-3 grupos) para observar feixes vasculares na superfície da folha
- Recipientes de lixo para material vegetal
- Toalhas de papel em quantidade

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: INTRODUÇÃO & OBSERVAÇÃO DE VÍDEO

Atividade: “Descobrimos a Floresta Subaquática”

A. Por que não conseguimos nós próprios recolher a *Posidonia oceanica*

Explicação do Professor:

“A *Posidonia oceanica* cresce tipicamente entre 0.5 e 45 metros de profundidade – muito além de onde podemos chegar em segurança fazendo snorkel.”

Visualização de vídeo: Pradarias de *Posidonia oceanica*

- <https://www.istockphoto.com/search/2/film?phrase=posidonia%20oceanica>
- <https://www.shutterstock.com/el/video/clip-1079476352-close-up-dense-thickets-green-marine-grass-posidonia?trackingId=b75a263e-ac88-413b-a836-bcd3f7a4dc08&listId=searchResults>

Pradaria Subaquática

Instruções de visualização (o Professor guia a observação):

- “Reparem na profundidade—olhem para os níveis de luz”
- “Vejam como é densa a pradaria»
- “Que organismos veem a viver na pradaria?”
- “Quão altas são as folhas?”

Perguntas de discussão pós-vídeo:

- “O que vos surpreendeu na pradaria de *Posidonia oceanica*?”
- “Em que é que difere das pradarias rasas de ervas marinhas que visitámos?”
- “Porque é que as pradarias de *Posidonia oceanica* são importantes para peixes e outros animais?” (habitat, alimento, maternidade)

B. Introdução à Análise de Hoje

O Professor explica:

“Como não temos amostras quantitativas (área medida como um amostrador), hoje não calculamos a densidade ou o peso fresco da pradaria. Em vez disso, vamos focar-nos em:

1. Características da folha e classes etárias
2. Medições individuais dos rebentos
3. Bainhas mortas como ‘livro de história’ da planta
4. Estruturas microscópicas

Intenção de Aprendizagem Partilhada: “Hoje irão examinar a *Posidonia oceanica* em detalhe e aprender a ler a sua história de crescimento a partir de bainhas mortas.”

FASE 2: OBSERVAÇÃO DA AMOSTRA & CONTAGEM DE FOLHAS

Insira todas as medições e valores calculados nas tabelas respetivas na folha de cálculo

Atividade: “Conhece a tua *Posidonia oceanica*”

Cada grupo recebe:

- 1 rizoma ortotrópico (vertical) com rebentos (Fig. 4)
- Cada rizoma ortotrópico (vertical) deve ter bainhas mortas visíveis (escamas castanhas fibrosas)
- Os rebentos devem ter várias folhas intactas



Figura 4. Amostra de *Posidonia oceanica*: doze rizomas ortotrópicos conectados a um rizoma plagiotrópico.

Observações iniciais (os grupos discutem e registam):

- Tamanho geral e robustez
- Cor das folhas (verde vivo a verde-oliva)
- Textura das bainhas mortas fibrosas no rizoma
- Número de rebentos
- Características distintivas percecionadas

O Professor circula:

- “O que sabem sobre a cobertura do rizoma? Parecem cerdas de pincel?”
- “Quão largas são as folhas comparadas com outras ervas marinhas?”
- “Conseguem ver de onde as folhas velhas caíram?”

Procedimento de Contagem de Folhas por Rebento:

1. Seleciona todos os rebentos da amostra (normalmente 1-2 rebentos por grupo)
2. Para cada rebento, conta todas as folhas por categoria
 - intacta
 - cortada/partida
3. Regista a contagem para cada rebento
4. Calcula o número médio de folhas por rebento

Fórmula: Média no. de folhas por rebento = $\frac{\text{No. total de folhas}}{\text{Número de rebentos}}$

FASE 3: CLASSIFICAÇÃO DA IDADE DAS FOLHAS

Insere todas as medições e valores calculados nas tabelas respetivas na folha de cálculo

Atividade: “Folha Adulta, Intermédia ou Juvenil?”

Critérios de Classificação Etária

O Professor explica com demonstração:

Tal como acontece com outras ervas marinhas, podemos classificar as folhas da *Posidonia oce-*

anica pela idade usando a presença da bainha e o comprimento das folhas (Fig. 5).

- **Folhas adultas:** folhas com uma bainha bem desenvolvida de >0.5 cm de comprimento.
- **Folhas Intermédias:** folhas sem bainha ou com uma bainha mal desenvolvida de <0.5 cm de comprimento, medindo mais de 5 cm.
- **Folhas juvenis:** folhas sem bainha e medindo < 5 cm.

Demonstração visual: O Professor mostra exemplos de rebentos.

Classificação de Grupo & Contagem

- Para cada rebento, separe e conte as folhas por classe etária
- Calcule a proporção

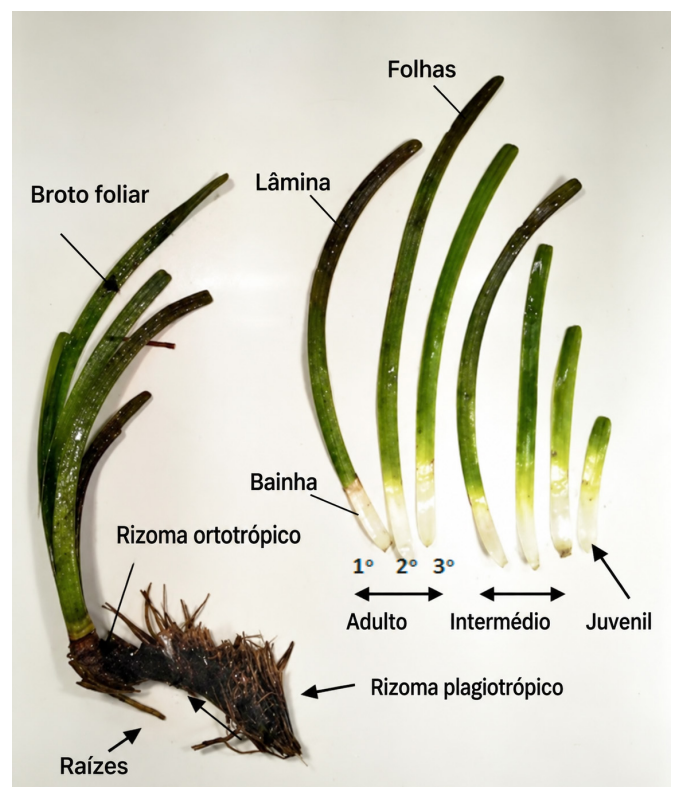


Figura 5. Rizoma plagiotrópico de *Posidonia oceanica*, rizoma ortotrópico, raízes, rebentos foliares e folhas classificadas por idade (de Kevrekidou et al., 2024). Drogas Marinhas 22, 130)

Cálculos:

Percentagem de cada categoria de folhas = (no. de folhas em cada categoria ÷ total de folhas) × 100

Discussão na Aula:

- “Que percentagem de folhas são adultas, intermediárias e juvenis na vossa amostra?”

FASE 4: MEDIDAS DA FOLHA - COMPRIMENTO & LARGURA

Insere todas as medições e valores calculados nas tabelas respetivas na folha de cálculo

Atividade: “Medição Precisa das Folhas de *Posidonia oceanica*”

Revisão de Técnicas de Medição

O Professor demonstra:

Comprimento:

- Mede desde a base da folha (onde termina a bainha) até à ponta da folha
- Regista em milímetros (mm)

Largura:

- Mede no ponto médio da folha
- Regista em milímetros (mm)
- Folhas de *Posidonia oceanica* tipicamente com 5-12 mm de largura

Dicas para precisão:

- Achata cuidadosamente a folha sobre papel branco
- Não estiques nem comprimas
- Mede até ao milímetro mais próximo

Medição em Grupo

Procedimento:

Seleciona todos os rebentos e mede todas as folhas intactas

Calcular as Dimensões Médias

Calcula para cada faixa etária:

Folhas adultas:

- Comprimento médio = (soma de todos os comprimentos de folhas adultas) ÷ (no. de folhas adultas)
- Largura média = (soma de todas as larguras de folhas adultas) ÷ (no. de folhas adultas)

Faz o mesmo para as restantes faixas etárias

Observações:

- As folhas adultas são mais longas e largas
- As folhas da *Posidonia oceanica* estão entre as maiores das ervas marinhas mediterrânicas

FASE 5: PESO FRESCO POR CLASSE ETÁRIA

Insere todas as medições e valores calculados nas tabelas respetivas na folha de cálculo

Atividade: “Pesar Folhas por Idade”

Preparação para a medição do peso fresco

Por que medir por faixa etária?

-
-

Visão geral do procedimento:

1. Separa todas as folhas por classe etária
2. Seca cada grupo com papel absorvente
3. Pesa cada faixa etária separadamente

Visão geral do procedimento:

Para cada grupo:

1. Separa todas as folhas em três grupos:
 - Recipiente 1: Todas as folhas adultas
 - Recipiente 2: Todas as folhas intermédias
 - Recipiente 3: Todas as folhas juvenis
2. Seca cada folha separadamente com papel absorvente:
 - Remove as algas epifíticas da superfície da folha com uma lâmina de barbear
 - Remove a água da superfície da folha
 - Pressione suavemente até o papel não mostrar marca de humidade
 - Mantém os grupos de folhas separados

Pesagem & Registo

Os grupos revezam-se na balança:

Procedimento:

1. Tara a balança com o recipiente vazio
2. Pesa todas as folhas adultas juntas
3. Regista: Peso fresco das folhas adultas (g)
4. Calcula o peso médio das folhas adultas por rebento

Fórmula: **Peso médio das folhas adultas por rebento = Peso total das folhas adultas ÷ Número de rebentos**

5. Faz o mesmo para as folhas intermédias e juvenis

Discussão:

- “Qual é a faixa etária que tem mais peso fresco na vossa amostra?”

Nota: Ao contrário da aula anterior, não convertemos para g/m² porque não temos amostras quantitativas da área.

FASE 6: ANÁLISE DA BAINHA MORTA (ESCAMAS) - “Lendo a História da Planta”

Insere todas as medições e valores calculados nas tabelas respetivas na folha de cálculo

Atividade: “As Escamas da Folha Contam uma História”

Introdução às bainhas mortas como indicadores do passado

Explicação do Professor com recursos visuais:

O rizoma vertical da *Posidonia oceanica* está coberto por bainhas mortas (Fig. 6). Estas são como um livro da história da planta.

Conceitos-chave:

1. O que são as bainhas mortas?
 - Quando as folhas adultas caem, as bainhas permanecem no rizoma vertical
 - Morrem e tornam-se castanhas/fibrosas
 - Persistem durante muitos anos
2. Produção anual de folhas:
 - *A Posidonia oceanica produz aproximadamente 7-8 folhas por ano*
 - *Portanto: 7-8 bainhas mortas = um ano de crescimento passado*
3. Valor do indicador de passado:
 - Contar as bainhas mortas diz-nos sobre a produção passada de folhas
 - Comparar os números de bainhas mortas entre anos mostra tendências temporais:
 - Mais bainhas num ano = aumento da produção foliar (boas condições)
 - Menos bainhas num ano = di-

minuição da produção foliar (possível stress, poluição)

- Indicador de contaminação passada ou mudança ambiental

Remoção de Bainhas Mortas & Procedimento de Contagem:

1. Selecciona um rizoma vertical da tua amostra
2. Começa na base (parte mais antiga) do rizoma vertical:
 - Remove cuidadosamente as bainhas mortas usando a lâmina (as bainhas



Figura 6. Rizomas de *Posidonia oceanica* com bainhas e folhas mortas (crédito da foto Paraskevi Malea)

mortas são alternadamente ligadas ao rizoma ortotrópico, uma à direita e outra à esquerda)

- Coloca as bainhas mortas removidas por ordem sobre papel de cozinha (Fig. 7)
3. Conta as bainhas mortas em grupos de 7-8 para representar anos:
 - Grupo 1 (por exemplo, bainhas 1-7): representa aproximadamente o Ano 1 (mais antigo)
 - Grupo 2 (por exemplo, bainhas 8-14): representa aproximadamente o Ano 2
 - Grupo 3 (por exemplo, bainhas 15-21): representa aproximadamente o Ano 3
 - Continua até que todas as bainhas mortas estejam removidas

Interpretar Dados das Bainhas:

1. “Quantas bainhas mortas contaste?”
2. “Aproximadamente quantos anos de crescimento representa isto?”
3. “Que fatores ambientais podem afetar a produção das folhas?”
 - turbidez, disponibilidade de luz, nutrientes, poluição

Conceito-chave: “Os cientistas usam esta técnica para olhar para trás no tempo e ver como a planta, e o ambiente, mudaram. É como ler anéis de árvores, mas para ervas marinhas”

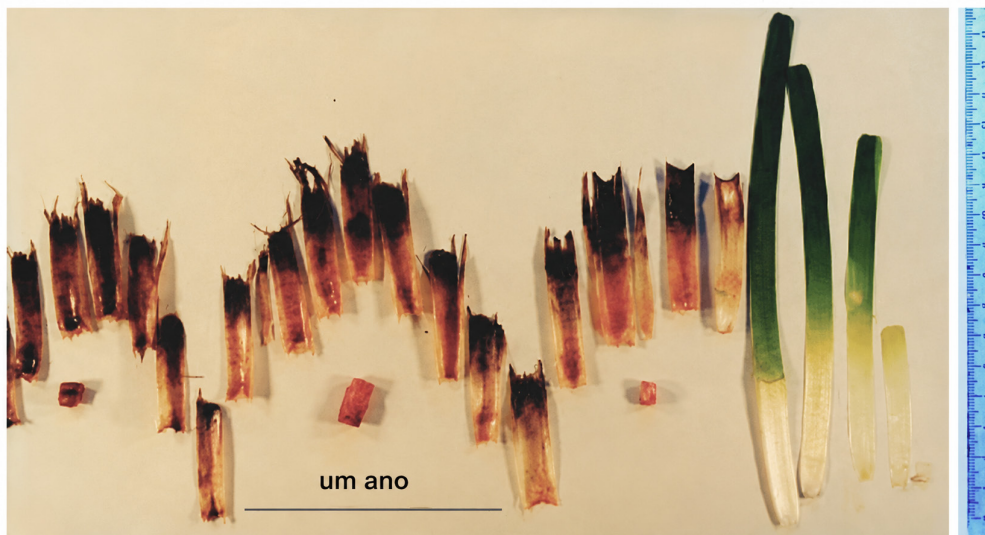


Figura 7. Bainhas mortas e folhas que foram removidas de um rizoma vertical de *Posidonia oceanica* e colocadas por ordem decrescente de idade, da esquerda (mais antiga) para a direita (crédito fotográfico: H. Amoutzopoulou)

OBSERVAÇÃO MICROSCÓPICA - FEIXES VASCULARES & ESPAÇOS DE AR

Introduz todas as medições e valores calculados nas tabelas respetivas na folha de cálculo. Faz o teu desenho no final da ficha.

Atividade: “Dentro da Folha - Descobrindo Estruturas Ocultas”

Observação da Superfície com Lente de Mão

Procedimento:

1. Selecciona uma folha fresca (adulta ou intermédia)
2. Examina a superfície da folha com uma lente de mão (Fig. 8):
 - Procura linhas paralelas ao longo do comprimento
 - Estes são os feixes vasculares paralelos (vasos)
 - Conta quantos feixes vasculares consegues ver

3. Desenha o que observas:

- Esboça o contorno da folha
- Desenha linhas paralelas representando os feixes vasculares
- Rótulo: “feixes vasculares”

Explicação do Professor: Os feixes vasculares são como autoestradas dentro da planta, transportando nutrientes e açúcares.”

Observação da Secção Transversal com Microscópio Composto

O Professor faz incisões muito finas, coloca uma gota de água na lâmina de microscópio para que as incisões fiquem direitas.

Observa atentamente a Fig. 9 e encontra as estruturas abaixo:

1. Feixes vasculares:

- Aparecem como pequenos círculos pretos a intervalos regulares ao longo da folha



Figura 8. Feixes vasculares (vasos) no ápice foliar de *Posidonia oceanica* (crédito da foto: H. Amoutzopoulou)

2. Espaços de ar:

- Aparecem como grandes espaços vazios a intervalos regulares por toda a folha
- Função: facilitar o transporte de oxigênio das folhas para rizomas e raízes

FASE 8: COMPILAÇÃO DE DADOS & REFLEXÃO

Inserir todas as medições e valores calculados nas tabelas respectivas na folha de cálculo

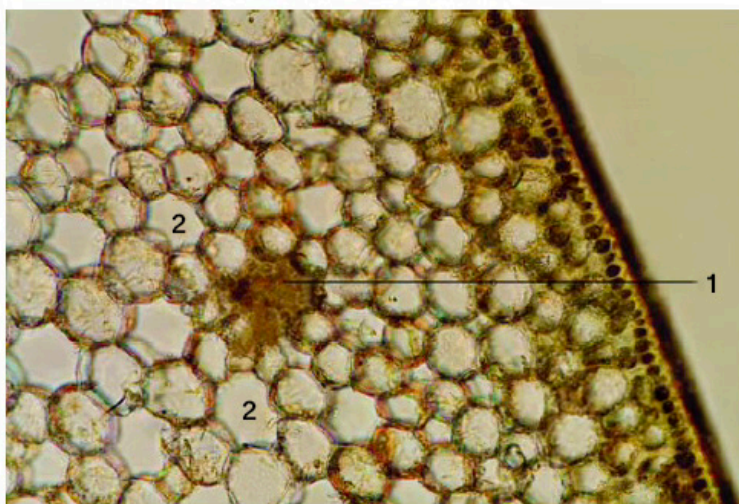
Atividade: “Resumindo as Nossas Observações”

Resumo dos Dados de Grupo

Cada grupo completa a tabela resumida na folha de trabalho.



Figura 9. Secção transversal da folha de *Posidonia oceanica*: 1. feixe vascular, 2. espaço aéreo (crédito da foto H. Amoutzopoulou)



Discussão de Reflexão:

- “O que aprendeste sobre a *Posidonia oceanica* que te surpreendeu?”
- “O que significa que podemos ‘ler’ a história da planta a partir das bainhas mortas?”

FASE 9: AVALIAÇÃO

Atividade de Avaliação: Relatório de Laboratório de *Posidonia oceanica*

Os alunos completam individualmente:

Parte 1: Reconhecimento de Espécies

1. Lista três características distintivas da *Posidonia oceanica*:

a. _____

b. _____

c. _____

Parte 2: Medições

2. A nossa amostra tinha uma média de _____ folhas por rebento.

3. As folhas adultas tinham um comprimento médio de _____ mm e largura de _____ mm.

4. Contámos _____ bainhas mortas, representando aproximadamente _____ anos de crescimento.

Parte 3: Compreender as Bainhas Mortas

5. Explica como as bainhas mortas nos podem contar sobre o passado da planta: _____

Parte 4: Estruturas Microscópicas

6. Quantos feixes vasculares observaste? _____

7. Qual é a função dos espaços de ar nas folhas de *Posidonia oceanica*?

ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante o Laboratório):

1. Lista de Observação

- ☐ Identifica corretamente as características da *Posidonia oceanica*
- ☐ Conta com rigor as folhas por rebento
- ☐ Classifica corretamente as folhas por idade
- ☐ Mede as dimensões das folhas com precisão
- ☐ Interpreta corretamente a contagem da bainha morta como anos
- ☐ Observa com sucesso os feixes vasculares usando ampliação
- ☐ Regista os dados de forma completa e rigorosa

2. Questionário:

- Como consegues distinguir folhas adultas de folhas jovens e intermédias?”
- “Porque é que contamos as bainhas em grupos de 7-8?”
- “O que fazem os feixes vasculares?”
- “Que vantagem dão os espaços de ar à *Posidonia oceanica*?”

Avaliação Sumativa :
Relatório de Laboratório

- Reconhecimento de Espécies
- Medições
- Compreensão da Bainha Morta
- Estruturas Microscópicas
- Reflexão

Critérios de Sucesso Partilhados com os Estudantes:

- Eu consigo reconhecer a *Posidonia oceanica* pelas suas características distintivas
- Eu consigo classificar as folhas pela idade usando a presença da bainha, e o comprimento da folha e da bainha
- Eu consigo medir com rigor o comprimento e a largura das folhas
- Eu consigo remover e contar bainhas mortas de rizomas verticais
- Eu posso calcular a idade de um rizoma ortotrópico ao contar as bainhas mortas
- Eu posso explicar como as bainhas mortas nos informam sobre condições ambientais passadas
- Eu consigo identificar feixes vasculares e espaços de ar usando ampliação

ANÁLISE LABORATORIAL DE *POSIDONIA OCEANICA*

Grupo: _____ Data: _____ Membros: _____

SECÇÃO 1: NÚMERO DE FOLHAS POR REBENTO

Rebento	No. de folhas intactas	No. de folhas cortadas	Total
1			
2			
3			

Média no. de folhas por rebento: _____ lfolhas/rebento

SECÇÃO 2: CLASSIFICAÇÃO ETÁRIA DA FOLHA

Rebento	Adulta	Intermédia	Juvenil	Total
1				
2				
3				
TOTAL				

Percentagens: Adulta _____% Intermédia _____% Juvenil _____%

SECÇÃO 3: MEDIÇÕES DAS FOLHAS

(Continua para todas as folhas medidas)

Folha	Classe Etária	Comprimento (mm)	Largura (mm)

Tamanho médio adulta: Comprimento _____ mm, largura _____ mm

Tamanho médio intermédia: Comprimento _____ mm, largura _____ mm

Tamanho médio juvenis: Comprimento _____ mm, largura _____ mm

SECÇÃO 4: PESO FRESCO POR IDADE

Classe Etária	Peso Fresco (g/rebento)
Adulta	
Intermédia	
Juvenil	
TOTAL	

SECÇÃO 5: BAINHAS MORTAS

Ano	No. de bainhas por rizoma ortotrópico	Contagem
1	1-8	
2	8-14	
3	15-21	
..	...	

No. total de bainhas mortas: _____

Idade estimada do rizoma ortotrópico em anos: _____

SECÇÃO 6: MICROSCOPIA

Feixes vasculares contados: _____

Espaços de ar observados: ☐ Sim ☐ Não

Desenho:

SECÇÃO 7. TABELA RESUMO

Medição	Valor	Unidades/Notas
No. folhas/rebento		folhas/rebento
Percentagem de folhas adultas/rebento		%
Percentagem de folhas intermédias /rebento		%
Percentagem de folhas juvenis /rebento		%
Comprimento médio das folhas adultas		mm
Largura média das folhas adultas		mm
Comprimento médio das folhas intermédias		mm
Largura média das folhas intermédias		mm
Comprimento médio das folhas juvenis		mm
Largura média das folhas juvenis		mm
Peso fresco médio das folhas adultas/rebento		g
Peso fresco médio das folhas intermédias /rebento		g
Peso fresco médio das folhas juvenis		g
Peso fresco total das folhas/rebento		g
No. de bainhas mortas/rizoma ortotrópico		bainhas
Idade estimada do rizoma ortotrópico		anos
Número de feixes vasculares		feixes

B4.

MÓDULO TEMÁTICO 4: AS ERVAS MARINHAS SUPORTAM UMA GRANDE DIVERSI- DADE DE VIDA

Ana Alexandre

Centro de Ciências do Mar do Algarve, Portugal



PLANO DE AULA 1.

AS ERVAS MARINHAS SÃO IMPORTANTES PRODUTORES PRIMÁRIOS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula foca-se na importância das ervas marinhas como produtores primários. Os produtores primários são organismos que convertem carbono inorgânico em matéria orgânica usando a luz solar, libertando oxigénio como subproduto. Nesta aula, os alunos irão “ver” a fotossíntese através da formação de bolhas de oxigénio na superfície das folhas de ervas marinhas expostas a uma fonte de luz forte. Ao perceber o número de bolhas de oxigénio das folhas expostas a diferentes intensidades de luz, os alunos também compreenderão os requisitos específicos de luz subaquáticas para as ervas marinhas. A aula também mostrará como a poluição marinha, e a consequente diminuição da penetração da luz, podem limitar a produção de oxigénio pelas ervas marinhas e afetar o biota marinho. A aula pretende mostrar que, através da fotossíntese, as ervas marinhas produzem oxigénio e biomassa que são essenciais para a

respiração e alimentação de outros organismos, sustentando cadeias tróficas dependentes. Atividade alternativa: Se não for possível recolher ervas marinhas, os alunos podem imitar esta atividade utilizando as imagens impressas fornecidas na Fig. 2.

Curiosidade: Ao contrário das plantas terrestres, as ervas marinhas têm uma cutícula muito fina, permitindo a absorção direta e eficiente de dióxido de carbono (CO_2) e nutrientes da coluna de água. Também não possuem estomas (poros) e dependem antes da superfície da folha como tecido fotossintético. Os tecidos das ervas marinhas contêm espaços especializados preenchidos de ar chamados lacunas para facilitar a troca de gases, armazenar oxigénio produzido durante a fotossíntese e proporcionar fluabilidade, ajudando as folhas a manterem-se eretas para captar a luz solar.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

- Compreender que o oxigénio é resultado da fotossíntese.
- Compreender que as ervas marinhas têm requisitos de luz muito elevados.
- Reconhecer a importância de águas claras para a produção primária de pradarias marinhas e para os organismos marinhos/biota marinha.

Objetivos de Competências

- Criar diferentes ambientes de luz das ervas marinhas.
- Comparar a produção primária de ervas marinhas a diferentes níveis de luz.
- Analisar como os diferentes ambientes de luz afetam a fotossíntese.

Atitudes e Valores

- Demonstrar capacidade para observação e atenção.
- Demonstrar empatia pela proteção e conservação das pradarias marinhas.
- Desenvolver consciencialização para a limpeza dos ambientes costeiros.

COMPETÊNCIAS-CHAVE

Competências em Literacia Científica:

- Perceber que as ervas marinhas são produtores primários importantes.
- Compreender que a formação de bolhas de oxigénio é um produto da fotossíntese que pode ser medido.
- Compreender que a quantidade de luz afeta a fotossíntese das ervas marinhas.

Competências em Literacia Ambiental:

- Reconhecer as ervas marinhas como importantes produtores de oxigénio no oceano.
- Consciencialização de que a poluição marinha pode afetar a clareza da água e a fotossíntese das ervas marinhas.
- Consciencialização da importância de preservar pradarias marinhas saudáveis para sustentar a biodiversidade marinha.

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalho colaborativo em grupo.

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

- Plantas de ervas marinhas (plantas com folhas, rizomas e raízes limpas de sedimentos)
- Água do mar (cerca de 2 litros)
- Uma lâmpada forte e fria como fonte de luz
- Tubos e suportes de ensaio
- Tesouras
- Lápis (para tomar notas)
- Papel (para tomar notas)

Atividade alternativa (caso não seja possível obter plantas de ervas marinhas)

- Imagens impressas (Fig. 2)
- Tesouras
- Lápis (para tomar notas)
- Papel (para tomar notas)



Figura 1. Esquema para a recriação de diferentes ambientes de luz e contagem de bolhas (criado usando a Wikipédia sob licença Creative Commons).

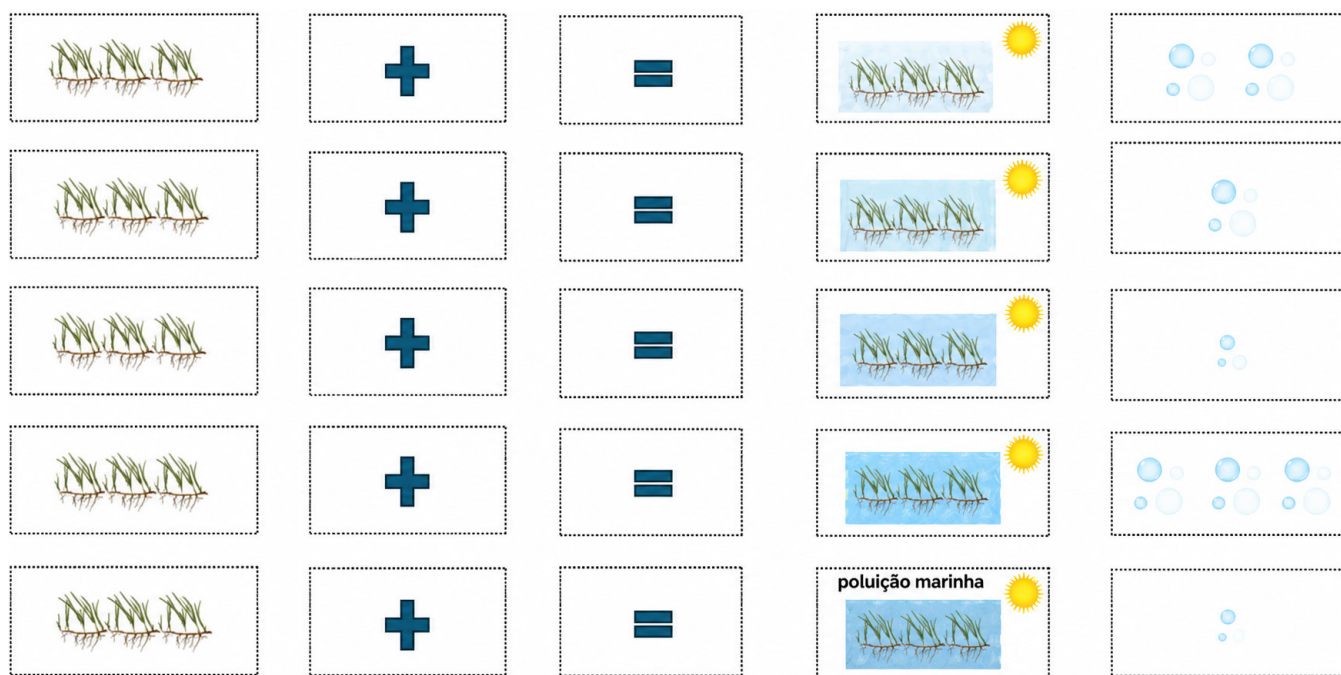


Figura 2. Imagens imprimíveis para associar a intensidade luminosa à produção de oxigênio (criadas usando freesvg.org).

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Vamos ver fotossíntese!

- O Professor faz uma pequena introdução: e explica os princípios da fotossíntese e a importância da luz para a fotossíntese das ervas marinhas.
- O Professor pergunta: “Que gás é produzido durante a fotossíntese que é vital para todos os organismos?”
- O Professor pergunta: “Como é que a quantidade de luz afeta a fotossíntese das ervas marinhas?”

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Compreender a importância da luz para a fotossíntese

- Os alunos familiarizam-se com as plantas de ervas marinhas.
- Os alunos indicam qual a parte da planta que irá produzir bolhas de oxigénio.
- Os alunos indicam a representativo ambiental dos tubos de ensaio e da lâmpada.

Atividade alternativa

- Os alunos familiarizam-se com as diferentes imagens da Fig. 1.
- Os alunos indicam o significado de cada imagem.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

A fotossíntese pode ser observada e medida.

O Professor explica que:

- As bolhas são oxigénio libertado pelas folhas das ervas marinhas.
- As bolhas de oxigénio são um produto da fotossíntese.
- Os tubos de ensaio que recebem uma maior quantidade de luz (os mais próximos da fonte de luz) produzem um maior número de bolhas de oxigénio.
- As ervas marinhas apresentam fotossíntese (e produção de oxigénio) mais elevada a maiores intensidades de luz.
- A poluição marinha diminui a transparência da água e, conseqüentemente, a quantidade de luz para a fotossíntese
- O oxigénio e a biomassa produzidos pelas ervas marinhas são usados por outros organismos.

FASE 4: ELABORAÇÃO

Recrutar ambientes de luz variados para as ervas marinhas

- Os alunos enchem tubos de ensaio com água do mar e colocam plantas de erva marinha dentro deles (Fig.1).
- Os alunos colocam os tubos de ensaio a diferentes distâncias de uma fonte de luz (lâmpada forte e fria).
- Os alunos contam o número de bolhas formadas por minuto em cada tubo de ensaio.

Atividade alternativa

- Os alunos recortam as imagens na Fig. 2.
- Completam as equações associando a quantidade de luz ao número de bolhas de oxigénio produzidas pelas ervas marinhas.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Bilhete de Saída com Inquérito Digital (por exemplo, pode ser feito através do Google Forms)

Os alunos completam um bilhete de saída rápida com as seguintes perguntas:

- O que são as bolhas?
- A contagem de bolhas é uma medida de produção de oxigénio?
- Porque é que os tubos de ensaio mais afastados da fonte de luz têm menos bolhas?
- O que significa isto em termos de requisitos de luz das ervas marinhas para a fotossíntese?
- Como é que uma menor fotossíntese afeta outros organismos?

Notas para o Professor:

Algumas bolhas podem ser CO₂, pois as ervas marinhas respiram durante a fotossíntese.

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Compreensão e rigor científicos: os alunos responderam corretamente ao inquérito do bilhete de saída.
- Envolvimento: os alunos partilham conhecimentos entre os grupos.

2. Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

- Autoavaliação: os alunos indicam qual foi a coisa mais importante que aprenderam.

CRITÉRIOS DE SUCESSO (Falando com os Alunos)

Partilhe o seguinte com os alunos no final da aula:

- ☐ Eu consigo ver bolhas de oxigénio
- ☐ Eu consigo perceber que as ervas marinhas são importantes produtoras primárias
- ☐ Eu consigo perceber que a luz é importante para a fotossíntese das ervas marinhas
- ☐ Eu consigo perceber que a água clara e limpa é importante para a fotossíntese das ervas marinhas

PLANO DE AULA 2.

AS ERVAS MARINHAS FORNECEM ALIMENTO PARA OUTROS ORGANISMOS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula foca-se na importância das ervas marinhas como fornecedoras de alimentos para uma variedade de animais, e de que forma isso se traduz numa grande diversidade de vida nas pradarias de ervas marinhas. Por exemplo, os ecossistemas de limo-de-fita (*Zostera marina*) suportam cadeias alimentares complexas, principalmente impulsionadas por algas epifíticas que crescem nas folhas das ervas marinhas e detritos provenientes de folhas em decomposição. Ocasionalmente, pode ocorrer pastoreio direto das folhas de ervas marinhas. Os principais consumidores (herbívoros), como peixes pequenos (por exemplo, bacalhau juvenil, tainha), caracóis, anfípodes, isópodes, todos se alimentam de epífitos das ervas marinhas e, ocasionalmente, comem diretamente as folhas de ervas marinhas, tal como os gansos. Detritívoros, como caranguejos, caracóis e minhocas, alimentam-se de detritos de ervas marinhas.

Consumidores secundários (predadores) como enguias, peixes-rocha e garças alimentam-se de pequenos peixes, caranguejos, camarões e minhocas. Mamíferos carnívoros, tais como a lontra marinha, são os principais predadores e alimentam-se de caranguejos, camarões, caracóis, amêijoas e peixes pequenos.

A aula fornecerá aos alunos conhecimentos fundamentais sobre as cadeias alimentares das ervas marinhas e a interligação dos seus níveis tróficos. Através do exercício de construir uma cadeia alimentar de ervas marinhas e de um jogo de cartas, os alunos familiarizar-se-ão com os conceitos de detritos, consumidores primários e secundários, e predadores de topo, e de que forma a remoção de níveis tróficos específicos, especialmente as ervas marinhas, pode afetar a cadeia alimentar.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

- Definir os conceitos de herbívoro, epífitos, detritos e cadeia alimentar.
- Fornecer exemplos de organismos para cada nível trófico.
- Compreender como os diferentes níveis tróficos estão interligados.

Objetivos de Competências

- Criar representações visuais de uma cadeia alimentar baseada nas ervas marinhas.
- Organizar a cadeia alimentar de acordo com “quem se alimenta de quê”.
- Analisar os efeitos da remoção de níveis tróficos específicos.

Atitudes e Valores

- Desenvolvimento do pensamento crítico.
- Desenvolvimento de modelos gráficos e esquemáticos.
- Interação social com colegas.

COMPETÊNCIAS-CHAVE

Competências em Literacia Científica:

- Reconhecer que as ervas marinhas são a base da cadeia alimentar.
- Aprender que a maior parte da biomassa de ervas marinhas entra nas cadeias alimentares marinhas sob a forma de detritos.
- Compreender que muitos organismos dependem das ervas marinhas para se alimentarem.
- Identificar potenciais ameaças às cadeias alimentares das ervas marinhas (colapso da cadeia trófica).

Competências em Literacia Ambiental:

- Reconhecer a importância das ervas marinhas como fornecedoras de alimento orgânico para uma variedade de cadeias alimentares dependentes
- Compreender a vulnerabilidade das cadeias alimentares baseadas nas ervas marinhas.

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalho colaborativo em atividades de grupo.
- Partilha de observações e contributo para a compreensão coletiva.

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

- Imagens impressas (Fig. 1)
- Cartões impressos (Fig. 2)
- Tesouras

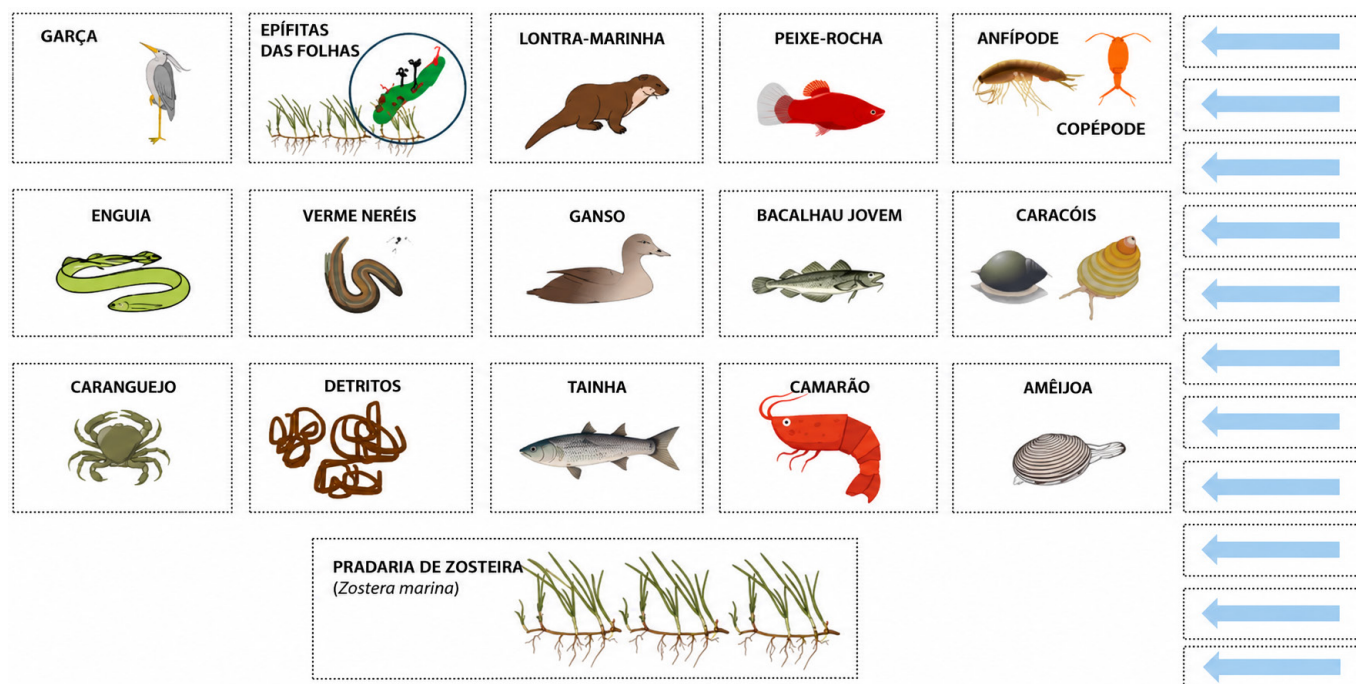


Figura 1. Imagens imprimíveis para construir a cadeia alimentar das ervas marinhas (criadas com freesvg.org).



Figura 2. Cartas imprimíveis para jogar (criadas usando freesvg.org).

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Quem come o quê?

- O Professor faz uma pequena introdução: explica os principais conceitos de uma cadeia alimentar de ervas marinhas (detritos, produtores primários, consumidores primários e secundários, predadores de topo).
- O Professor fornece exemplos de organismos em cada nível trófico usando as imagens imprimíveis fornecidas na Fig. 1.
- O Professor pergunta: “Quais são os herbívoros?”
- O Professor pergunta: “Que animais se alimentam de herbívoros?”

Notas para o Professor:

Herbívoros: Consumidores primários (herbívoros) como peixes pequenos (por exemplo, bacalhau juvenil, tainhas), caracóis, anfípodes, isópodes, todos se alimentam de epífitos de ervas marinhas, com ocasional consumo direto de folhas de ervas marinhas, como os gansos. Detritívoros como caranguejos, caracóis e minhocas alimentam-se de detritos de ervas marinhas. Consumidores secundários (predadores), como enguias, peixes-rocha e garças, alimentam-se de pequenos peixes, caranguejos, camarões e minhocas. Os mamíferos carnívoros, como lontras marinhas, são predadores de topo e alimentam-se de caranguejos, camarões, caracóis, amêijoas e peixes pequenos.

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Vamos dar uma vista de olhos a uma pradaria marinha!

- Os alunos familiarizam-se com os diferentes organismos.
- Os alunos indicam quais os animais que se alimentam diretamente de ervas marinhas (herbívoros ou consumidores primários) e quais se alimentam de herbívoros (consumidores secundários).
- Os alunos indicam que animais se alimentam de detritos de ervas marinhas (detritívoros).

Notas para o Professor:

exemplos de animais que se alimentam diretamente de ervas marinhas (herbívoros ou consumidores primários) são gansos, anfípodes, isópodes, peixes pequenos (tainhas); animais que se alimentam de herbívoros (consumidores secundários) são peixes maiores (por exemplo, peixe-rocha, enguia), predadores de topo (lontra marinha); exemplos de detritívoros são caranguejos, caracóis e minhocas.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Compreender as cadeias alimentares das ervas marinhas

O Professor explica:

- que as ervas marinhas são uma fonte direta de alimento para herbívoros.
- que os detritos de ervas marinhas sustentam outras cadeias alimentares e a produtividade em mar aberto.

- que os epífitos das ervas marinhas são uma fonte vital de alimento para os consumidores primários.
- a interdependência dos níveis tróficos e o impacto da perda de ervas marinhas na disponibilidade de alimento.

FASE 4: ELABORAÇÃO

Vamos construir uma cadeia alimentar!

Os alunos trabalham em grupos:

- Cortam as setas e as imagens dos organismos na Fig. 1.
- Criam uma cadeia alimentar, usando as setas para indicar de que forma os organismos se conectam entre si, desde os produtores (ervas marinhas e epífitos das ervas marinhas) até aos consumidores (consumidores primários e secundários).
- Jogam um jogo onde removem o nível trófico específico indicado em cada carta.
- Reestruturam a cadeia trófica após a remoção do nível trófico específico.

Notas para o Professor:

Evidencie que a remoção da base da cadeia trófica, ou seja, a remoção das ervas marinhas e epífitos das ervas marinhas, afeta todos os níveis tróficos (consumidores primários e secundários, e predadores de topo), ao contrário da eliminação dos predadores de topo.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Bilhete de Saída com Inquérito Digital (pode ser feito através do Google Forms)

Os alunos completam um bilhete de saída rápida com cinco perguntas:

- Que animais se alimentam de ervas marinhas e epífitas das ervas marinhas?
- Que animais se alimentam de detritos de ervas marinhas?
- Que animais se alimentam de outros animais que vivem nas pradarias de ervas marinhas?
- Que animais são predadores de topo?
- O que acontece se removermos as ervas marinhas?

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Compreensão e rigor científicos: os alunos responderam corretamente ao inquérito do bilhete de saída.
- Envolvimento: os alunos partilham conhecimentos entre os grupos.

2. Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

- Autoavaliação: os alunos indicam qual foi a coisa mais importante que aprenderam.

CRITÉRIOS DE SUCESSO (Falando com os Alunos)

- ☐ Eu consigo construir uma cadeia alimentar de ervas marinhas
- ☐ Eu reconheço a importância dos detritos
- ☐ Eu consigo identificar organismos nos diferentes níveis tróficos
- ☐ Eu consigo perceber o que acontece se as pradarias de ervas marinhas forem removidas

PLANO DE AULA 3. AS ERVAS MARINHAS FORNECEM HABITAT PARA OUTROS ORGANISMOS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula foca-se na importância das ervas marinhas como habitat para múltiplos organismos. Muitos animais utilizam as pradarias marinhas como habitat, refúgio e maternidade. Por exemplo, peixes e gastrópodes põem os seus ovos nas folhas das ervas marinhas, e peixes juvenis (por exemplo, tainhas, bacalhau juvenil) crescem dentro das pradarias até à idade adulta. Muitas espécies de bactérias, microalgas, algas marinhas e invertebrados crescem em folhas vivas de ervas marinhas (epífitos). Os sedimentos das pradarias são também habitat para muitos organismos, como minhocas e amêijoas, onde também procuram alimento e refúgio. Os residentes permanentes são aqueles organismos que utilizam as pradarias marinhas para alimentação e abrigo permanentemente ou durante partes significativas do seu ciclo de vida, e incluem juvenis de peixe (por exemplo, bacalhau juvenil), crustáceos (por exemplo, caranguejos e camarões) e minhocas (por exem-

plo, vermes nereis). Outros animais utilizam a pradaria apenas temporariamente para alimentação ocasional (por exemplo, enguia, lontra marinha, garça, ganso).

Esta aula ensinará como os animais se distribuem dentro de uma pradaria marinha, nos diferentes compartimentos: sobre e perto do fundo, dentro dos sedimentos e na superfície das folhas das ervas marinhas. Também mostrará que as pradarias marinhas suportam uma maior diversidade de organismos comparados com áreas sem ervas. Com base na Fig. 1, os alunos irão construir um modelo de habitat representando uma pradaria de ervas marinhas e uma área sem ervas marinhas. Num jogo, os alunos escolhem ser um animal da Fig. 2 e posicionam-se eles próprios no local apropriado da pradaria (no ou perto do fundo, no sedimento, ou folhas de erva marinha) onde vivem, que usam e do qual dependem. Os alunos percebem então que o fundo marinho sem vegetação alberga menos animais do que o fundo marinho com vegetação.

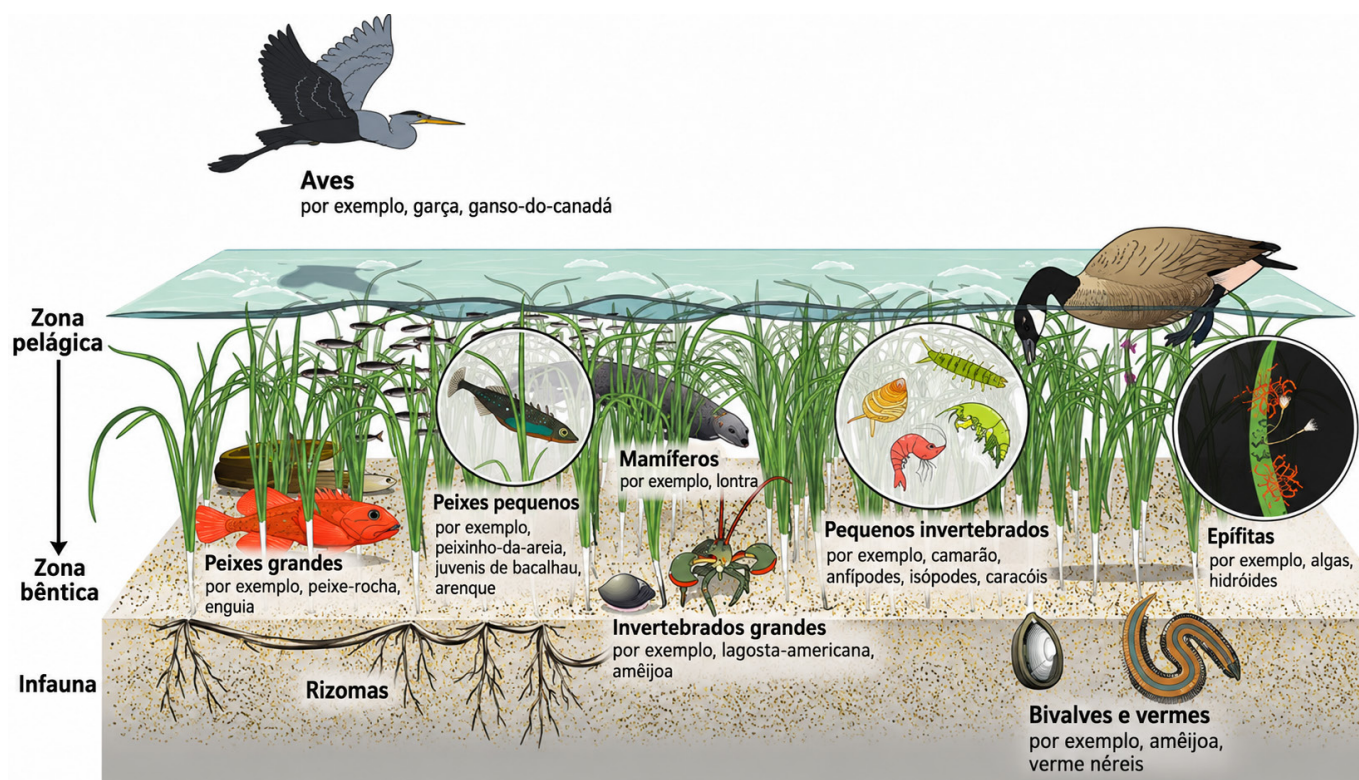


Figura 1. Ilustração generalizada de uma pradaria de ervas marinhas numa região temperada com conjuntos de espécies simplificados, incluindo conjuntos epifíticos, pequenos invertebrados móveis, pequenos peixes pelágicos e bentônicos, peixes bentônicos maiores e invertebrados, fauna sedimentar e mamíferos e aves (modificado de Murphy et al., 2021). FACETS 6: 139-179)

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

- Reconhecer as múltiplas funções das pradarias de ervas marinhas (habitat, refúgio e maternidade).
- Compreender a distribuição dos organismos de acordo com o habitat onde vivem, que utilizam e do qual dependem.
- Identificar residentes permanentes e temporários na pradaria.

Objetivos de Competências

- Criar representações visuais de uma pradaria de ervas marinhas e de uma área sem vegetação.

- Organizar os organismos em cada modelo de representação.
- Avaliar os efeitos da remoção das ervas marinhas.

Atitudes e Valores

- Desenvolvimento do pensamento crítico.
- Desenvolvimento de modelos gráficos e esquemáticos.
- Interação social com colegas.

COMPETÊNCIAS ABORDADAS

Competências em Literacia Científica:

- Compreender que as pradarias marinhas são essenciais para muitos animais.
- Reconhecer os diferentes compartimentos das pradarias marinhas (no e perto do fundo, no sedimento, nas folhas das ervas marinhas).
- Identificar espécies-chave nos diferentes compartimentos.

Competências em Literacia Ambiental:

- Consciencialização da importância das pradarias marinhas para a biodiversidade.
- Consciencialização de que muitos animais dependem das pradarias de ervas marinhas.

Competências Sociais e Cívicas:

- Demonstrar preocupação com a importância de manter pradarias marinhas saudáveis.
- Envolver-se em atividades ambientais coletivas (por exemplo, limpeza, observação).

MATERIALS AND RESOURCES

Materiais Necessários

- Imagens impressas dos diferentes animais na Fig. 2 (tamanho A4)
- Tesouras
- Fita colorida

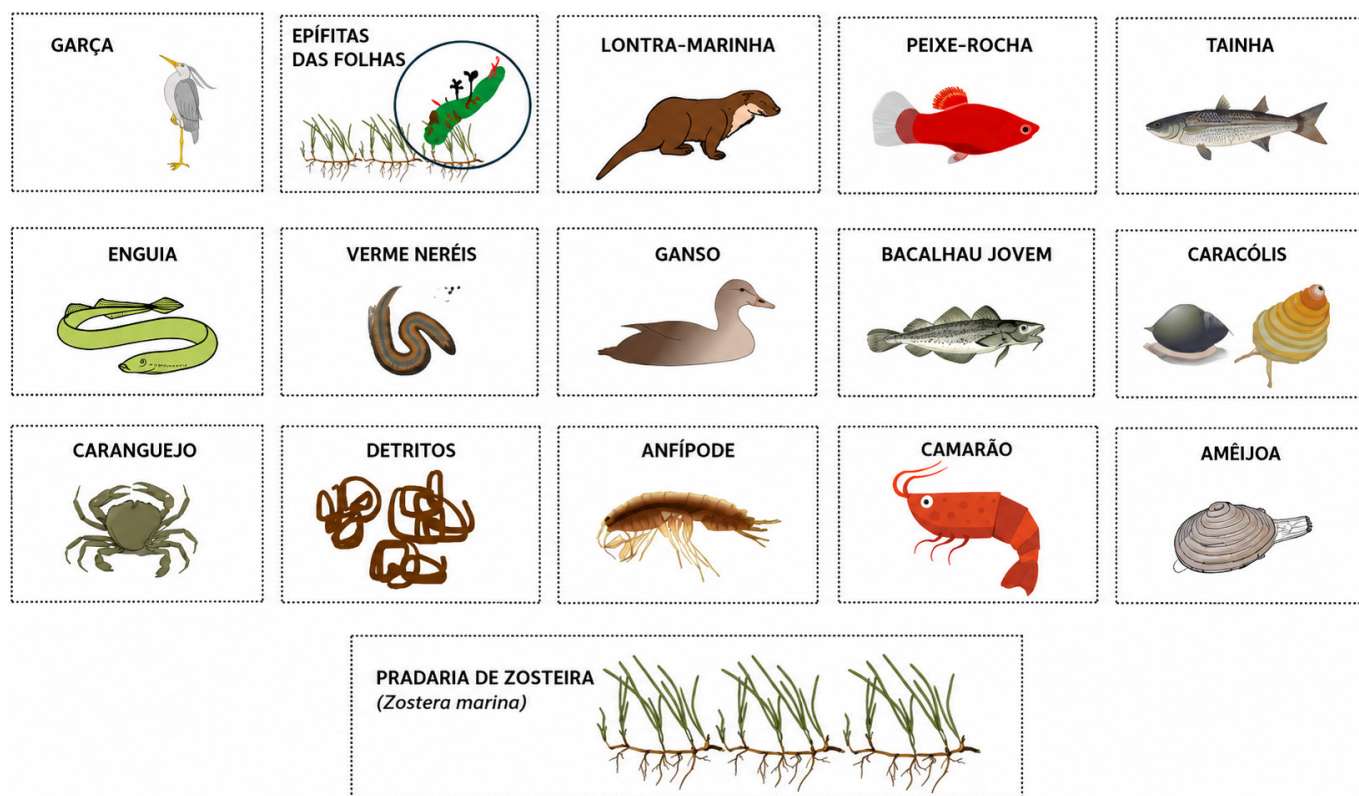


Figura 2. Imagens imprimíveis de animais que utilizam pradarias de ervas marinhas (criadas com freesvg.org).

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Vamos explorar uma pradaria de ervas marinhas!

O Professor apresenta o tema, mostrando a Fig. 1, e:

- Descreve os três compartimentos das pradarias marinhas.
- Ilustra a diversidade e abundância de organismos nas pradarias marinhas.
- Fornece exemplos de animais e das suas localizações nas pradarias.
- Explica o quão determinante é a pradaria de ervas marinhas para a maioria dos animais.

Notas para o Professor:

Os Professores são incentivados a mostrar fotografias e vídeos relevantes aos alunos, para despertar o seu maior interesse. Fotografias relevantes relacionadas com a diversidade de organismos que habitam pradarias de ervas marinhas podem ser encontradas no site do Ocean Image Bank (<https://oceanimagebank.theoceanagency.org/>), inserindo a palavra 'erva marinha' nas 'pesquisa de imagens'. Um vídeo incrível relacionado com o tema pode ser encontrado no YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=KcyUgj30vL8>.

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Vamos dar uma vista de olhos a um habitat de ervas marinhas!

- Os alunos familiarizam-se com os organismos encontrados em habitats temperados

de ervas marinhas (Fig. 1).

- O Professor pergunta: "Que animais usam a pradaria marinha como refúgio?"
- O Professor pergunta: "Que animais usam a pradaria como maternidade?"

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Compreender a importância dos habitats de ervas marinhas

O professor explica que:

- alguns animais dependem do fundo das pradarias (exemplo, amêijoas, minhocas).
- Alguns organismos dependem das folhas das ervas marinhas (exemplo, epífitos).
- Os animais utilizam as pradarias marinhas para diferentes fins (habitat, alimento e abrigo).
- O jogo da aula pretende comparar a diversidade de espécies existente numa pradaria com a de um fundo marinho sem vegetação.

Os alunos têm oportunidade para perguntas e discussões.

FASE 4: ELABORAÇÃO

Vamos construir um modelo de habitat de ervas marinhas!

Trabalhando em pequenos grupos, os alunos:

- Recortam as imagens dos organismos na Fig. 2 e penduram-nas ao pescoço ou à roupa.
- Delimitam, no chão da sala de aula, duas áreas quadradas (por exemplo, 2 m x 2 m) usando fita adesiva, uma representando uma pradaria marinha e outra representando uma zona sem vegetação.

- Jogam um jogo em que alguns dos alunos que representam plantas de ervas marinhas se colocam no quadrado da pradaria marinha.
- Constroem um modelo onde os alunos que representam um animal se colocam no compartimento apropriado da pradaria e na área sem vegetação.

Notas para o Professor:

Alguns organismos (alunos) podem não encontrar lugar para eles na área sem vegetação; isto serve para mostrar a importância das pradarias marinhas como habitat, alimento e refúgio em comparação com áreas sem vegetação. O professor deve chamar a atenção para o menor número de organismos (alunos) presentes na área sem ervas em comparação com a área da pradaria marinha.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Apresentação à Comunidade

Cada grupo de alunos é convidado a preparar uma pequena apresentação para a comunidade sobre as ervas marinhas como habitats para muitas espécies, na qual:

- Usam as imagens impressas de animais.
- Explicam os diferentes tipos de funções que as pradarias marinha proporcionam aos organismos.
- Partilham com o a audiência recomendações para a conservação das ervas marinhas.

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Envolvimento: interesse dos alunos e atenção revelados pelo número de questões e entusiasmo.
- Compreensão e rigor científicos: os alunos respondem corretamente às perguntas do Professor.

2. Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

Avaliação da Apresentação à Comunidade

- Explicam corretamente as diferentes funções de um habitat de ervas marinhas.
- Observam corretamente que as pradarias marinhas têm maior diversidade do que as áreas sem vegetação.
- Transmitem corretamente a necessidade de preservar pradarias marinhas saudáveis.

CRITÉRIOS DE SUCESSO (Falando com os Alunos)

- Eu posso construir um modelo de habitat de ervas marinhas
- Eu consigo identificar os diferentes compartimentos
- Eu posso fornecer exemplos de animais que usam cada compartimento
- Eu consigo compreender a importância pradarias marinhas para a biodiversidade

PLANO DE AULA 4. INTERAÇÕES TRÓFICAS COM OUTROS ECOSSIS- TEMAS MARINHOS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula foca-se na interação entre habitats de ervas marinhas e outros ambientes costeiros próximos e distantes, como recifes de coral, mangais, sapais, bancos de lodo e recifes de ostras. A aula dará aos alunos a noção de que as pradarias de ervas marinhas suportam significativamente habitats marinhos adjacentes, como recifes de coral e mangais. A aula irá focar especificamente que as pradarias marinhas exportam matéria orgânica particulada de plantas e animais sob a forma de detritos. Estes são depositados no mar profundo e em zonas costei-

ras e interiores, fornecendo habitat e alimento para consumidores invertebrados. Os alunos também aprenderão que as partes mortas das ervas marinhas (por exemplo, folhas mortas) acumuladas na costa contribuem para a proteção costeira contra a erosão.

Nesta aula, os alunos desenvolverão uma história com diálogos entre personagens à sua escolha que interagem de forma a reproduzir as ligações existentes entre uma pradaria marinha e as áreas circundantes.

Trophic Transfers of Temperate Seagrass Meadows

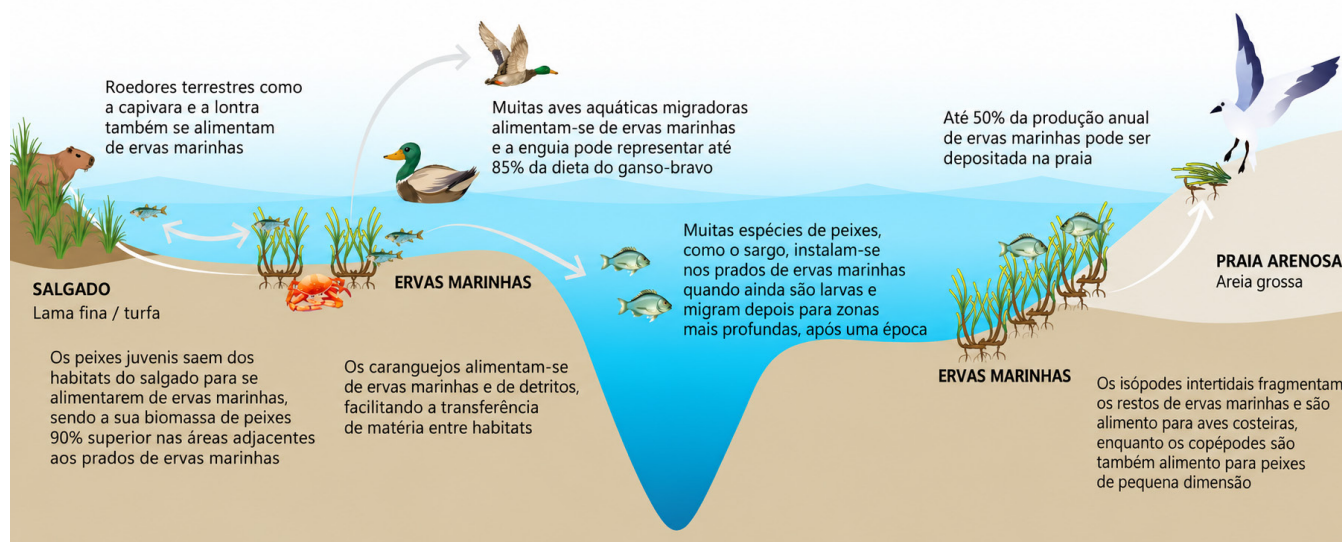


Figura 1. Diagrama conceitual ilustrando transferências tróficas de pradarias de ervas marinhas e a conectividade entre pradarias de ervas marinhas e habitats marinhos e terrestres em regiões temperadas (modificado de Heck et al. 2008. *Ecosystems* 11: 1198–1210)

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

- Compreender a conectividade de habitats.
- Identificar os principais habitats próximos com os quais as pradarias de ervas marinhas interagem.
- Analisar as relações específicas entre pradarias de ervas marinhas e habitats marinhos próximos.

Objetivos de Competências

- Criatividade e pensamento crítico.
- Competências socio-emocionais.
- Memória e atenção.

Atitudes e Valores

- Desenvolvimento da capacidade para contar histórias.
- Desenvolvimento de empatia emocional pelos habitats de ervas marinhas.

COMPETÊNCIAS ABORDADAS

Competências em Literacia Científica:

- Reconhecer as relações entre pradarias de ervas marinhas e habitats adjacentes.
- Desenvolver vocabulário científico.
- Interpretar informação para criar mensagens informadas.

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender a interconexão de habitats.
- Reconhecer a importância das pradarias marinhas para outros habitats.

Competências Sociais e Cívicas:

- Partilhar a história nas escolas como painéis de parede.
- Contribuir para a compreensão coletiva.

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

- Cartões impressos (Fig. 2)
- Tesouras
- Papel
- Caneta/lápis



Figura 2. Cartões imprimíveis das personagens da história (criados usando freesvg.org e Wikipédia sob licença Creative Commons).

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Como contar uma história

O Professor mostra a Fig. 1, introduz o tema e:

- Fornece detalhes sobre as personagens da história, a sua função e como interagem.
- Fornece orientações para criar os diálogos entre as diferentes personagens.
- Pergunta: “O que acham que o ganso vai dizer à pradaria marinha se se encontrarem e conversarem?”
- Pergunta: “O que achas que as folhas soltas e em decomposição de erva marinha (detritos) dirão à costa arenosa se se encontrarem e conversarem?”

FASE 2: EXPLORAÇÃO

- Os alunos familiarizam-se com os diferentes organismos/personagens das pradarias marinhas e habitats adjacentes.
- Os alunos têm oportunidade para perguntas e discussão.
- Os alunos escolhem as personagens que querem representar.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

O professor explica que:

- os diálogos devem focar-se nas funções que as personagens podem fornecer umas às outras.

Notas para o Professor:

Exemplos de diálogos podem ser: “Olá! Eu sou uma ave aquática migratória! Sabes que como folhas de erva marinha quando estou na pradaria?”.

FASE 4: ELABORAÇÃO

Escrevendo uma história de ervas marinhas!

Trabalhando em pequenos grupos, os alunos:

- Consideram as personagens escolhidas e os potenciais diálogos.
- Discutem sobre a história que vão escrever.
- Escrevem os diálogos num papel.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Narrativa

Cada grupo de alunos é convidado a apresentar a sua história na sala de aula. Pode ser representada uma peça curta.

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Compreensão e rigor científicos: os alunos compreenderam corretamente os conceitos.
- Envolvimento: os alunos conseguiram transpor o raciocínio científico para ferramentas sociais.

2. Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

- Autoavaliação: os alunos indicam qual foi a coisa mais importante que aprenderam.

CRITÉRIOS DE SUCESSO (Falando com o Aluno)

Para partilha com os alunos no final da aula:

- Eu compreendo que as pradarias de ervas marinhas estão interligadas com habitats adjacentes
- Eu compreendo que as folhas soltas das ervas marinhas são depositadas ao longo da costa impedindo a erosão
- Eu compreendo que as pradarias marinhas proporcionam alimento para organismos em habitats próximos ou distantes
- Eu posso criar uma história que explica como os diferentes organismos e habitats estão interligados
- Eu posso ser um ator social na literacia das ervas marinhas

B5.

MÓDULO TEMÁTICO 5: AS ERVAS MARINHAS ESTABILIZAM O FUNDO MARINHO, MELHORAM A QUALIDADE DA ÁGUA E ARMAZENAM CARBONO

Ana Alexandre

Centro de Ciências do Mar do Algarve, Portugal



PLANO DE AULA 1. AS PRADRIAS MARINHAS ESTABILIZAM OS SEDIMENTOS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula foca-se na importância das pradarias marinhas para a estabilização dos sedimentos, mostrando como a estrutura física das ervas marinhas atenua a energia das ondas e das marés, reduzindo a erosão e a turbidez da coluna de água. Os alunos aprenderão como as folhas, raízes e rizomas das ervas marinhas, ilustrados na Fig. 1, desempenham um papel fundamental na fixação de sedimentos, aprisionamento partículas em suspensão e aumentando a sua deposição.

Através do exercício de construção de dois modelos hidrodinâmicos, um representando uma pradaria marinha e outro representando um fundo marinho sem vegetação (Fig. 2), e usando corante (ou areia de grão fino) como substituto para sedimentos em suspensão, os alunos perceberão a capacidade de uma pradaria marinha

densa para reter as partículas de corante (ou areia de grão fino) em comparação com uma pradaria fragmentada ou fundo marinho sem vegetação.

Atividade alternativa:

Representando as próprias partículas, os alunos caminham em linha reta por um grande espaço na sala de aula sem obstáculos (simulando uma área sem vegetação), por um espaço com obstáculos dispostos de forma dispersa (simulando uma pradaria irregular), ou próximos uns dos outros (simulando uma pradaria densa); os alunos devem parar quando encontram os obstáculos. O objetivo é perceberem que as pradarias densas capturam mais partículas em comparação com pradarias fragmentadas ou áreas sem vegetação.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

- Identificar as diferentes estruturas físicas das ervas marinhas: folhas, rizomas e raízes.
- Compreender o papel destas estruturas na fixação dos sedimentos.
- Relacionar a estabilização dos sedimentos com a transparência da água e a proteção da linha costeira.

Objetivos de Competências

- Construir modelos visuais e dinâmicos.
- Avaliar os resultados experimentais.
- Transpor cenários de campo para a sala de aula.
- Partilhar perceções através da interação social.

Atitudes e Valores

- Valorizar as pradarias de ervas marinhas como solução de base natural para a proteção costeira.

COMPETÊNCIAS ABORDADAS

Competências em Literacia Científica:

- Reconhecer as pradarias marinhas como agentes de estabilização de sedimentos.
- Compreender o processo de retenção de partículas por pradarias marinhas.
- Comparar a presença/ausência de pradarias marinhas no efeito de retenção e estabilização de sedimentos.
- Identificar benefícios das pradarias densas em relação às fragmentadas para a retenção de sedimentos (atividade alternativa).

Competências em Literacia Ambiental:

- Consciencialização das pradarias de ervas marinhas como agentes de transparência da água e proteção costeira.
- Consciencialização da importância das pradarias densas versus pradarias fragmentadas (atividade alternativa).

Competências Sociais e Cívicas:

- Contribuir para a compreensão ambiental coletiva.
- Interação social.

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

- Imagens impressas de estruturas físicas de ervas marinhas (Fig. 1)
- Aquário (vidro ou plástico transparente)
- Água do mar/água da torneira
- Bombas de água
- Líquido corante (ou areia de grão fino)
- Papel verde resistente à água
- Tesouras
- Fio metálico flexível
- Algodão

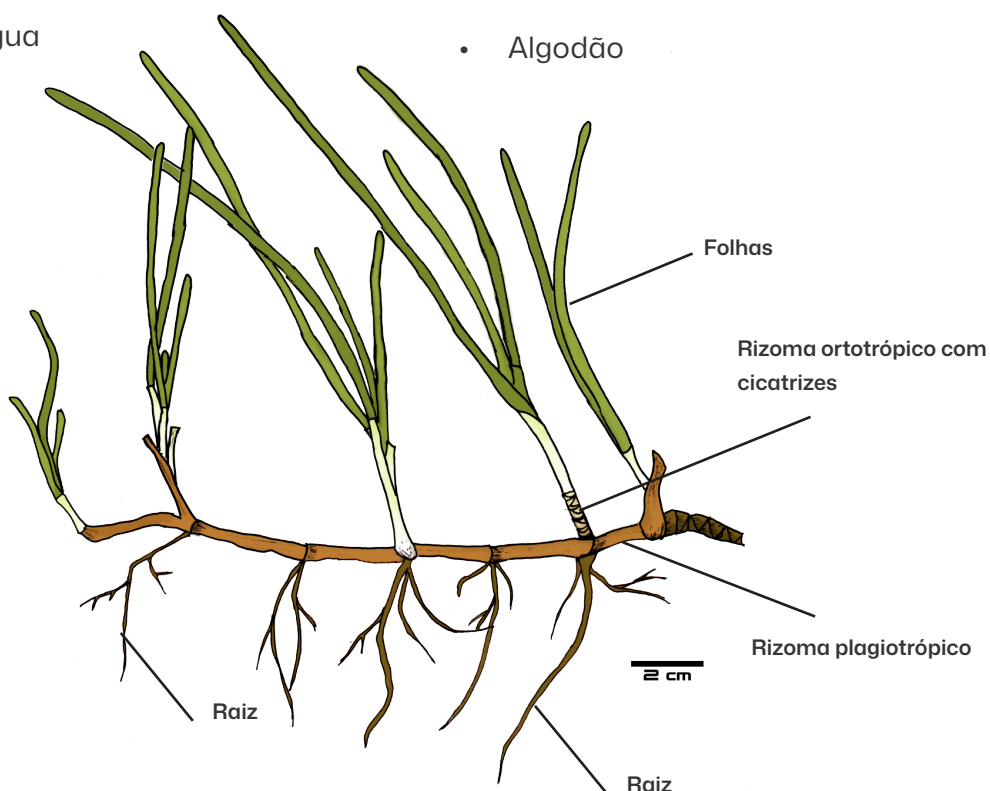


Figura 1. Uma representação esquemática das estruturas físicas básicas de uma espécie de erva marinha (folhas, raízes e rizomas) envolvidas na estabilização de sedimentos.

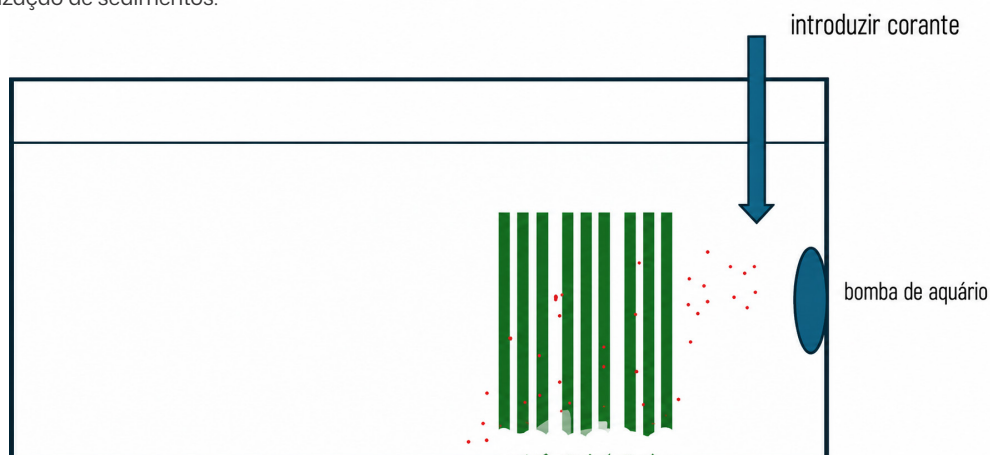


Figura 2. Ilustração de um modelo hidrodinâmico: aquário contendo água do mar com tiras de papel verde impermeável fixas a uma rede metálica coberta por algodão simulando uma pradaria marinha, mostrando o local exato para a bomba de água e a introdução do corante (ou areia de grão fino).

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Vamos perceber o que é a retenção de partículas!

O Professor apresenta o tema e:

- mostra imagens das diferentes estruturas de uma planta de erva marinha (Fig. 1).
- explica como as diferentes partes da planta estão envolvidas na retenção de partículas, atenuação das ondas e depósito de sedimentos.
- descreve os modelos hidrodinâmicos, indicando o que cada parte representa (Fig. 2)

Notas para o Professor:

as folhas das ervas marinhas diminuem o movimento da água e retêm as partículas dentro da canópia (conjunto das folhas); a disposição intrínseca das raízes e rizomas dentro do sedimento aumenta a retenção de partículas; no modelo, a bomba de água simula o movimento e a energia das ondas; as grelhas metálicas cobertas com algodão representam os sedimentos onde as ervas marinhas se fixam e que retêm partículas; o papel verde impermeável simula folhas de erva marinha, e o corante (ou areia de grão fino) representa as partículas de sedimento em suspensão.

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Vamos construir modelos hidrodinâmicos!

Modelo hidrodinâmico de ervas marinhas (Fig. 2)

Trabalhando em grupo, os alunos:

- constroem as grelhas metálicas usando o fio metálico flexível (1 cm x 1 cm).
- cortam o papel verde impermeável em formas semelhantes a folhas.
- fixam o papel verde a cada quadrado da grelha.
- colocam as estruturas no aquário.
- cobrem a grelha metálica com uma camada espessa de algodão.
- colocam a bomba de água na parede lateral do aquário.
- enchem o aquário com água.

2. Modelo hidrodinâmico do fundo marinho sem vegetação

Trabalhando em grupos, os alunos:

- colocam a bomba de água num aquário coberto com algodão e cheio de água.

O Professor supervisiona e ajuda quando necessário.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

As pradarias de ervas marinhas importam!

Os alunos vertem o corante (ou areia de grão fino) nos dois aquários e observam o movimento das partículas. O Professor explica que:

- a presença de ervas marinhas atenua a energia das ondas.
- a atenuação da energia das ondas conduz ao assentamento de partículas.
- as raízes subterrâneas e rizomas aprisionam partículas capturadas.
- O assentamento de partículas conduz à transparência da água na pradaria e nas suas proximidades.

Notas para o Professor: a bomba de água deve estar a baixa velocidade.

FASE 4: ELABORAÇÃO

Teste de conhecimento

Os alunos completam um teste verdadeiro/falso com as seguintes perguntas:

- As folhas das ervas marinhas contribuem para a retenção de partículas (verdadeiro/falso)
- A canópia das ervas marinhas impede a resuspensão de partículas (verdadeiro/falso)
- A retenção de sedimentos torna a água do mar menos transparente (verdadeiro/falso)
- As pradarias marinhas em zonas costeiras reduzem a energia das ondas e protegem as linhas costeiras (verdadeiro/falso)
- As pradarias marinhas reduzem a velocidade da água (verdadeiro/falso)
- As partículas de sedimento viajam mais rapidamente em pradarias densas de ervas marinhas (verdadeiro/falso)

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Envolvimento: interesse dos alunos e atenção durante a atividade.

2. Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

Avaliação do teste de conhecimento

- Compreensão científica: os alunos respondem corretamente ao teste de conhecimento.

CRITÉRIOS DE SUCESSO (Falando com os Alunos)

Para partilhar com os alunos no final da aula:

- Eu consigo perceber que as folhas, raízes e rizomas das ervas marinhas são importantes para a captura de partículas
- Eu consigo perceber que as pradarias marinhas atenuam a energia das ondas, reduzindo a erosão
- Eu consigo perceber que as folhas das ervas marinhas impedem a resuspensão do sedimento, melhorando a transparência da água
- Eu consigo perceber que pradarias densas de ervas marinhas retêm mais partículas do que pradarias fragmentados ou áreas sem vegetação (atividade alternativa)

PLANO DE AULA 2. AS ERVAS MARINHAS SÃO FILTROS PARA OS NUTRIENTES

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Os ciclos de nutrientes são processos naturais nos quais os elementos essenciais se movem entre as partes bióticas e abióticas de um ecossistema, mantendo os elementos essenciais disponíveis para plantas e outros organismos. As ervas marinhas absorvem, para a sua própria subsistência, nutrientes da água através das folhas e dos sedimentos através das raízes. Libertam-nos lentamente de volta ao ambiente através de um processo de decomposição e consumo. Em regiões de águas pobres em nutrientes, as próprias ervas marinhas ajudam no ciclo dos nutrientes ao absorverem-nos do sedimento e ao libertá-los na água através das folhas, funcionando como uma bomba de nutrientes. Assim, as ervas marinhas sustentam a produtividade global do ecossistema. As ervas marinhas também atuam como filtros para os nutrientes que entram no ambiente costeiro, melhorando assim a qualidade da água. As ervas marinhas e os seus epífitos absorvem rapidamente azoto e fósforo em excesso na coluna de água, que são componentes-chave do escoamento

agrícola, urbano e industrial. Uma vez removidos da coluna de água, estes nutrientes só podem ser libertados lentamente através de um processo de decomposição e consumo. Desta forma, as ervas marinhas podem reduzir os problemas de eutrofização.

Esta aula foca-se na importância das ervas marinhas como filtros de nutrientes. Ao ensinar que as ervas marinhas e os seus epífitos são muito eficientes na absorção de nutrientes, a aula mostra a função crítica das ervas marinhas como filtros para nutrientes, melhorando a qualidade da água e a saúde e equilíbrio dos ecossistemas. A aula mostra também que as ervas marinhas podem reduzir eventos de eutrofização, ou seja, o estado de crescimento excessivo de algas causado por níveis elevados de nutrientes.

Nesta aula, os alunos serão convidados a imaginar o cenário de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) que, devido às suas atividades operacionais, descarregam nutri-

entes numa zona costeira. Tendo em conta o papel fundamental das pradarias marinhas como filtros de nutrientes, os alunos são convidados a classificar e ordenar as ações que a ETAR deve tomar como medidas compensatórias para minimizar o seu impacto ambiental, e explicar por que as ordenam dessa forma.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

- Compreender que as ervas marinhas atuam como filtros de nutrientes ao absorver nutrientes em excesso.
- Reconhecer o papel das ervas marinhas na prevenção ou redução dos processos de eutrofização.
- Analisar a relação entre a capacidade de absorção de nutrientes das ervas marinhas e a qualidade da água costeira.
- Compreender que as ervas marinhas melhoram a qualidade da água.

Objetivos de Competências

- Pensamento crítico sobre problemas ambientais e soluções.
- Análise crítica de situações hipotéticas para tomar decisões informadas.
- Comunicação de conceitos científicos e mensagens de conservação.

Atitudes e Valores

- Apreciar as pradarias marinhas como filtros naturais de água do mar.
- Compreender as prioridades e as melhores práticas para minimizar os efeitos da poluição por excesso de nutrientes.
- Desenvolver responsabilidade pessoal pela proteção dos ecossistemas.

COMPETÊNCIAS ABORDADAS

Competências em Literacia Científica:

- Compreender o papel das folhas e raízes das ervas marinhas na absorção de nutrientes.
- Reconhecer o papel das ervas marinhas como filtros de nutrientes nas águas costeiras.
- Compreender a importância das pradarias marinhas na prevenção de eventos de eutrofização.

Competências em Literacia Ambiental:

- Familiarizar-se com comunicação/iconografia baseada em símbolos.
- Compreender o conceito de medidas de compensação por poluição.

Competências Sociais e Cívicas:

- Funções colaborativas baseadas em equipa.
- Discussão e argumentação.
- Contribuição para a compreensão ambiental coletiva.

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

- Cartões impressos das diferentes medidas de compensação (Fig. 1)
- Tesouras



Figura 1. Cartões imprimíveis de medidas de compensação (criados com freesvg.org)

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Vamos compreender o papel das ervas marinhas como filtros de nutrientes!

O Professor introduz o conceito de filtro de nutrientes e:

- enfatiza a importância das pradarias marinhas como filtros naturais de nutrientes.
- explica o funcionamento das ervas marinhas como filtros de nutrientes.
- associa a capacidade de filtrar nutrientes das ervas marinhas ao seu papel na prevenção de eventos de eutrofização.

Notas para o Professor:

As ervas marinhas são altamente eficientes na absorção de nutrientes; absorvem nutrientes da coluna de água através das folhas, e do sedimento através das raízes; até hoje, não se conhece nenhuma função de absorção de nutrientes para os rizomas.

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Vamos resolver um problema ambiental!

O Professor apresenta o cenário hipotético da Estação de Tratamento de Águas Residuais a descarregar nutrientes numa lagoa costeira e explica:

- o que é uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR).
- que a descarga de grandes quantidades de nutrientes em ambientes costeiros pode causar eventos de eutrofização.

- explica brevemente o que é um evento de eutrofização.
- recorda a função reguladora das ervas marinhas relativamente aos níveis de nutrientes em áreas costeiras.

Notas para o Professor: Eutrofização é o enriquecimento excessivo por nutrientes de um corpo de água que leva ao crescimento excessivo de algas; quando estas algas morrem e se decompõem, o oxigénio esgota-se, criando “zonas mortas” que causam a morte de peixes e a redução da biodiversidade.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Como podemos resolver este problema?

Descrevendo o objetivo do exercício, o Professor:

- explica o significado de cada carta de ação.
- pede aos alunos que classifiquem as ações de acordo com a sua perceção do que é a melhor solução para o ambiente e para a sociedade.
- informa que os alunos podem dar igual importância a duas ou mais cartas de ação.

Notas para o Professor: de forma breve, o principal objetivo do exercício é que os alunos identifiquem ações relacionados com ervas marinhas e/ou conservação ambiental como as melhores compensações, dada a sua importância para a remoção de nutrientes e o equilíbrio dos ecossistemas; espera-se que os alunos compreendam que “parar as operações da ETAR” ou “pagar para poluir” não são soluções para o problema porque as ETARs são necessárias para garantir o saneamento e porque não há indicação

de que o dinheiro seja aplicado em medidas da conservação de ervas marinhas; espera-se que os alunos classifiquem em primeiro lugar “pagar para restaurar pradarias marinhas” e/ou “pagar para limpar pradarias marinhas” como ações que ajudam a prevenir a eutrofização, bem como a restabelecer a função reguladora do ciclo de nutrientes das pradarias de ervas marinhas.

FASE 4: ELABORAÇÃO

Vamos escolher as melhores medidas de compensação!

Trabalhando em pequenos grupos, os alunos:

- recortam os cartões impressos na Fig. 1.
- Classificam as ações com uma justificação.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Pensar-partilhar-discutir

- Os estudantes são convidados a mostrar as suas classificações e a partilhar o motivo pelo qual o fizeram com os colegas.

Notas para o Professor: O Professor explica quando uma ordem escolhida não é a mais correta ou por que razão uma opção deve ser preferida em detrimento de outra.

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

Verificação observacional e exercício de pensar-partilhar-discutir

- Envolvimento: interesse dos alunos e atenção durante as atividades.

2. Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

Avaliação do exercício de pensar-partilhar-discutir

- Compreensão científica: os alunos classificaram corretamente as medidas de compensação.

CRITÉRIOS DE SUCESSO (Falando com os Alunos)

Para partilhar com os alunos no final da aula:

- Eu compreendo que as ervas marinhas atuam como filtros para a entrada de nutrientes no ambiente costeiro
- Eu consigo perceber que pradarias marinhas ajudam a resolver problemas de poluição por nutrientes
- Eu consigo perceber que pagar para restaurar pradarias marinhas ou manter pradarias limpas são excelentes medidas de compensação para combater a poluição por nutrientes

PLANO DE AULA 3. AS ERVAS MARINHAS MELHORAM A QUALIDADE DA ÁGUA

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula foca-se em três funções relacionadas com a qualidade da água desempenhadas pelas ervas marinhas: a absorção e retenção de metais traço, a captura de microplásticos e a redução de agentes patogénicos. A absorção de metais nas ervas marinhas pode seguir dois caminhos: a partir da água circundante para as folhas e depois rizomas, ou translocação da água intersticial do sedimento pelas raízes, para rizomas e folhas (Fig. 1). Uma vez removidos, estes contaminantes apenas podem ser libertados lentamente através de um processo de decomposição e consumo, reduzindo a contaminação e melhorando a qualidade da água. As ervas marinhas são também facilitadoras de acumu-

lação e soterramento de microplásticos nos sedimentos, removendo-os assim da água do mar e da cadeia trófica pelágica. Os microplásticos são retidos pela adesão de partículas à canópia das ervas marinhas, que promovem o assentamento dos microplásticos no sedimento. Os pradarias marinhas também reduzem a abundância de agentes patogénicos bacterianos que prejudicam tanto os organismos marinhos como os humanos. As ervas marinhas suprimem agentes patogénicos através da libertação na água do mar de compostos orgânicos chamados fenóis e também retêm agentes patogénicos nos sedimentos.

Nesta aula, os alunos são convidados a indicar a quantidade de metais, microplásticos e agentes patogénicos esperados em amostras de água colhidas após passarem por 1) uma pradaria densa, 2) uma pradaria fragmentada 3) uma área sem vegetação. O objetivo é mostrar aos alunos que irão encontrar a água mais pura, ou seja, a que contem a menor quantidade de metais-traço, microplásticos e agentes patogénicos, numa amostra de água recolhida após passar por uma pradaria densa, demonstrando o papel das ervas marinhas na melhoria da qualidade da água (Fig. 2). Os alunos devem colocar nos copos de amostragem a quantidade de contaminantes que esperam encontrar nos diferentes cenários,

utilizando as imagens fornecidas nas Fig. 3 e 4. Se for possível usar computadores, os alunos devem associar os dados fornecidos no ficheiro [excel](#) aos contaminantes e às suas quantidades, movendo os conjuntos de dados representando as concentrações de contaminantes para as áreas correspondentes.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

- Compreender a importância das ervas marinhas para a qualidade da água.
- Identificar as três principais funções regulatórias.
- Descrever os processos pelos quais as ervas marinhas removem metais traço, microplásticos e agentes patogénicos.

Objetivos de Competências

- Compreender a noção de concentração de contaminantes em amostras de água.
- Transferir conhecimento para situações do mundo real.
- Explorar folhas de cálculo em Excel (se disponíveis).

Atitudes e Valores

- Apreciar as pradarias marinhas como agentes naturais de purificação da água.
- Aumentar a consciencialização para a conservação das pradarias marinhas.

COMPETÊNCIAS ABORDADAS

Competências em Literacia Científica:

- Compreender os conceitos de metal traço, microplásticos e agentes patogénicos.
- Familiarizar-se com símbolos químicos dos metais traço comuns: Chumbo = Pb; Crómio = Cr; Cobre = Cu; Níquel = Ni
- Familiarizar-se com a noção de concentração como medida de quantidade.

Competências em Literacia Ambiental:

- Consciencialização das pradarias marinhas como agentes de purificação da água.
- Consciencialização da importância das pradarias densas versus fragmentadas para a retenção de partículas (ligação com o plano de aula: As pradarias marinhas estabilizam os sedimentos, Módulo temático 5: As ervas marinhas estabilizam o fundo marinho, melhoram a qualidade da água e armazenam carbono).

Competências Digitais (se disponíveis)

- Familiarizar-se com folhas de cálculo em Excel.

Competências Sociais e Cívicas:

- Discussão e argumentação.
- Contribuição para a proteção coletiva de ervas marinhas.

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

- Imagens impressas (Figs. 3 e 4).
- Tesouras

Se disponível:

- Computadores.
- Folha de cálculo em Excel com dados (ficheiro [excel](#)).

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Como é que as ervas marinhas limpam a água do mar?

O Professor apresenta o tema e:

- menciona os três tipos de contaminantes da aula: metais traço, microplásticos e agentes patogénicos.
- explica como estes contaminantes são removidos da água circundante pelas ervas marinhas.
- introduz a noção de concentração e explica que uma maior quantidade de uma substância num volume de amostra é igual a uma maior concentração (por exemplo, 4 µg de Pb em 1 litro de água do mar é mais concentrado do que 1 µg de Pb em 1 litro de água do mar).
- pergunta: “Esperam encontrar uma concentração maior de metais traço na água do mar em redor de uma pradaria marinha densa ou num sedimento sem vegetação, e porquê?”

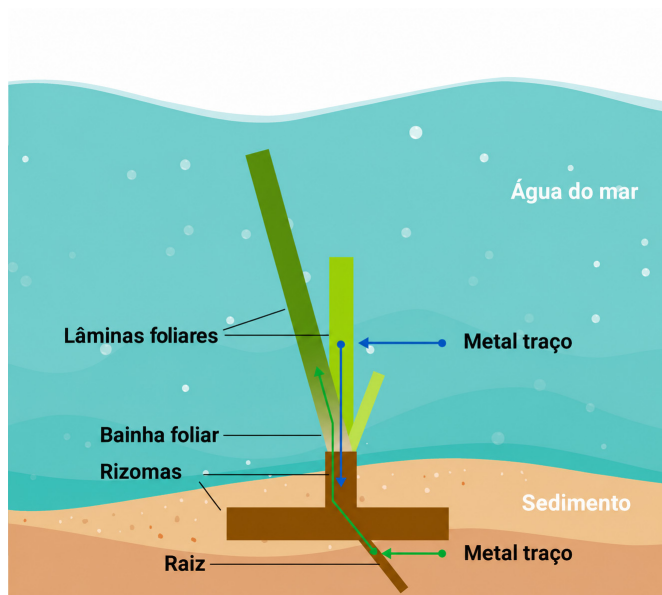
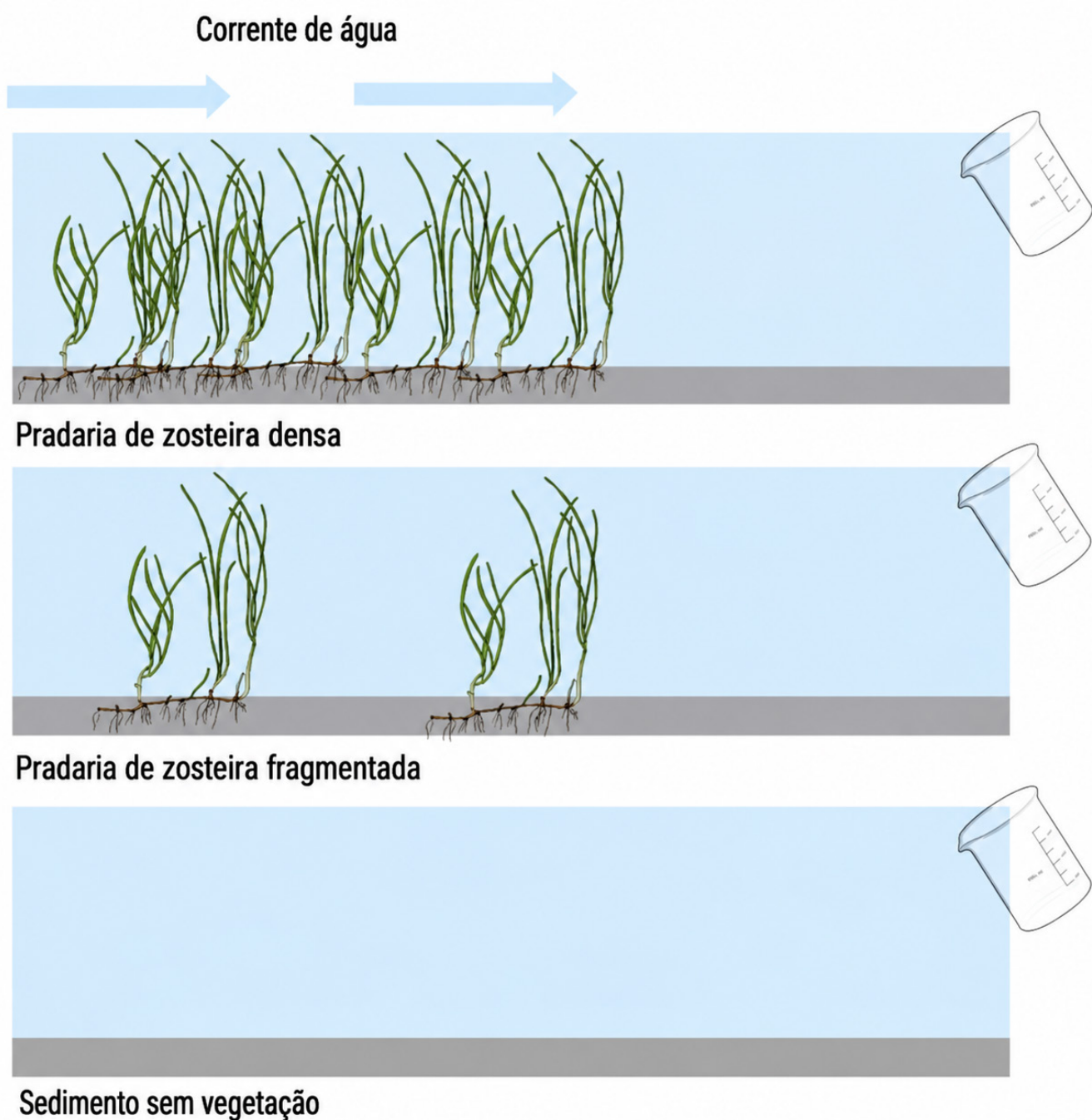


Figura 1. Representação da absorção de metais traço por uma erva marinha: A captação de metais nas ervas marinhas pode seguir dois caminhos: da água circundante para as folhas e depois rizomas, ou por translocação da água intersticial do sedimento pelas raízes para rizomas e folhas (modificado a partir de Malea et al. 2019).

Figura 2. Ilustração esquemática de uma pradaria densa, uma pradaria fragmentada e uma área sem vegetação, e a amostragem da água após passar pelas pradarias ou pela área sem



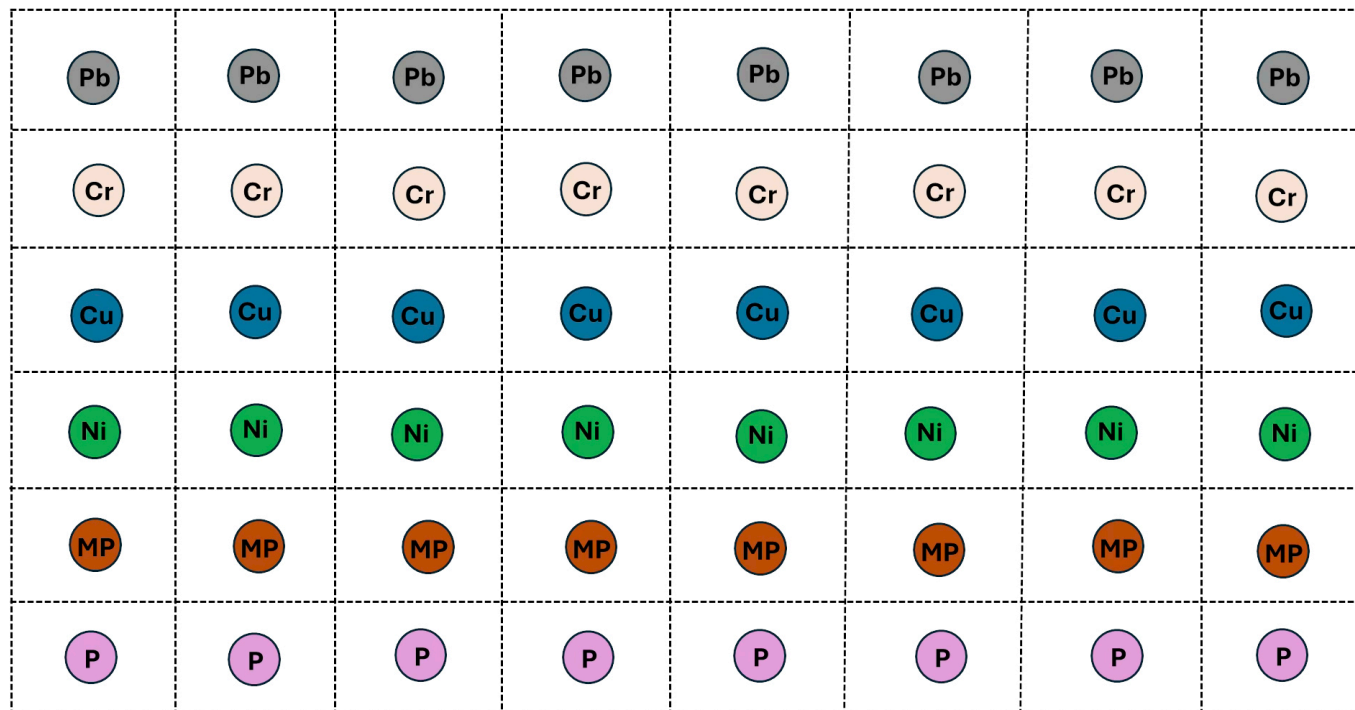


Figura 3. Imagens imprimíveis representando metais traço (Chumbo = Pb; Crômio = Cr; Cobre = Cu; Níquel = Ni), microplásticos (MP) e agentes patogênicos (P).

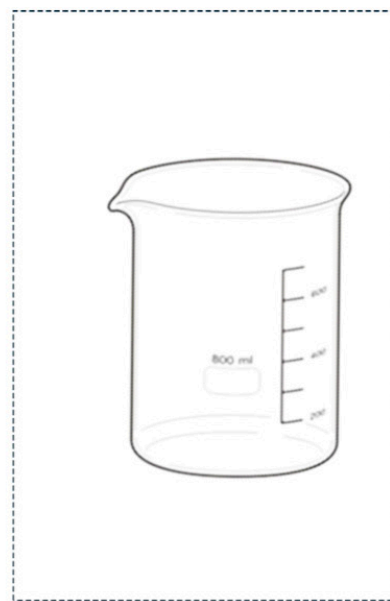
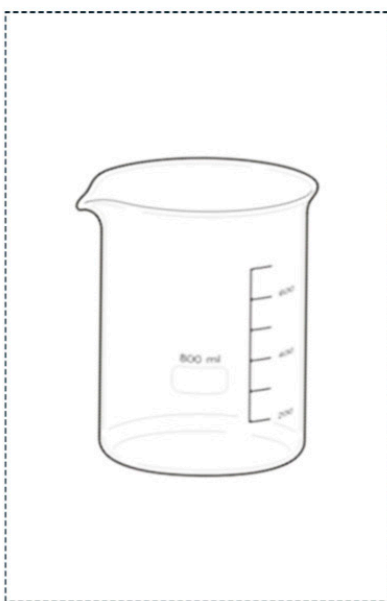
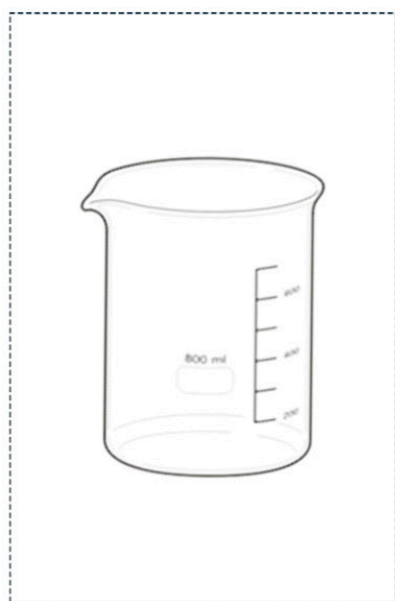


Figura 4. Imagens imprimíveis de copos de amostragem.

- pergunta: “Esperam encontrar mais contaminantes em redor de uma pradaria densa de ervas marinhas ou num sedimento sem vegetação, e porquê?”

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Vamos analisar amostras de água do mar!

- Os alunos familiarizam-se com as imagens impressas nas Figs. 2, 3 e 4.
- Os alunos associam os símbolos aos metais traço respetivos.

Se houver computadores disponíveis:

- Os alunos familiarizam-se com o ficheiro em Excel e os dados.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

O Professor descreve o objetivo do exercício e:

- explica que se espera menos contaminantes na água do mar em redor de uma pradaria densa em comparação com uma pradaria fragmentada ou uma área sem vegetação.
- pede aos alunos que coloquem os símbolos dos contaminantes na quantidade adequada dentro dos copos de amostragem.

Se houver computadores disponíveis:

- O Professor pede aos alunos que associem as quantidades de contaminantes aos locais respetivos.

Notas para o Professor: Deverá mencionar que a retenção de contaminantes pelas pradarias marinhas afeta potencialmente a cadeia trófica, nomeadamente as transferências tróficas de microplásticos através do pastoreio (ligação com

planos de aula: As ervas marinhas fornecem alimento para outros organismos e Interação trófica com outros ecossistemas marinhos, Módulo Temático 4: Ervas marinhas suportam uma grande diversidade de vida).

FASE 4: ELABORAÇÃO

Vamos observar uma amostra de água!

Trabalhando em pequenos grupos, os alunos:

- cortam os símbolos impressos dos contaminantes na Fig. 3.
- cortam os copos impressos na Fig. 4.
- colocam dentro dos copos tantos símbolos quanto considerarem adequados a cada cenário (pradaria densa, pradaria fragmentada e sedimento sem vegetação).

Se houver computadores disponíveis, os alunos:

- Movem o conjunto de dados para o local apropriado na folha Excel.

Notas para o Professor: Os alunos devem colocar o conjunto de dados relativo às concentrações mais elevadas de contaminantes nas células designadas para o sedimento sem vegetação, e a concentração mais baixa de contaminantes nas células designadas para a pradaria densa.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Verificação Observacional

- Envolvimento: interesse dos alunos e atenção durante as atividades.

Perguntas direcionadas

O Professor pergunta:

- Porque é que a amostra de água do mar em redor da pradaria densa tem menos contaminantes?
- Porque é que a amostra de água do mar em redor da área não vegetada tem mais contaminantes?
- A presença de pradarias marinhas é importante para a purificação da água do mar? Porquê?

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Envolvimento: interesse dos alunos e atenção durante as atividades.

2. Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

Inquérito direcionado

- Compreensão científica: os alunos respondem corretamente às perguntas.

CRITÉRIOS DE SUCESSO (Falando com os Alunos)

Para partilhar com os alunos no final da aula:

- ☐ EU consigo perceber que as pradarias marinhas melhoram a qualidade da água do mar
- ☐ Eu consigo perceber que as pradarias marinhas retêm contaminantes nas folhas, rizomas e raízes das ervas marinhas
- ☐ Eu consigo perceber que a concentração de contaminantes é mais baixa na água do mar em redor de pradarias densas de ervas marinhas

PLANO DE AULA 4. AS ERVAS MARINHAS CAPTURAM E ARMAZENAM CARBONO

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula foca-se no importante papel das pradarias marinhas, juntamente com os mangais e sapais, na captura e armazenamento do dióxido de carbono atmosférico. Estes ecossistemas são sumidouros significativos de carbono porque armazenam mais carbono do que libertam. Por esta razão, são vitais para a mitigação das alterações climáticas e para o efeito tampão na acidificação dos oceanos. Como armazenam carbono no mar, são chamados ecossistemas de carbono azul.

Nesta aula, os alunos aprenderão que as pradarias marinhas removem dióxido de carbono da água do mar através da fotossíntese para construir as suas estruturas vegetais, por exemplo, raízes, rizomas e folhas (ver Fig. 5.1 do Currículo SEAQUEST para Professores). Por serem perenes, as ervas marinhas armazenam car-

bono durante longos períodos nestas estruturas. Os alunos também aprenderão que, quando as ervas marinhas e os organismos associados morrem e se decompõem, o carbono nas suas estruturas fica aprisionado e enterrado no sedimento. Através da construção de um modelo de carbono azul para ecossistemas costeiros em regiões tropicais e temperadas, representado nas Figuras 1a e b, os estudantes irão familiarizar-se com o conceito de armazenamento de carbono e a diferença entre dióxido de carbono (CO₂), o carbono capturado como gás através da fotossíntese e libertado através da respiração, e o carbono orgânico (C), o carbono proveniente da degradação das ervas marinhas e outros organismos que é armazenado nos sedimentos.

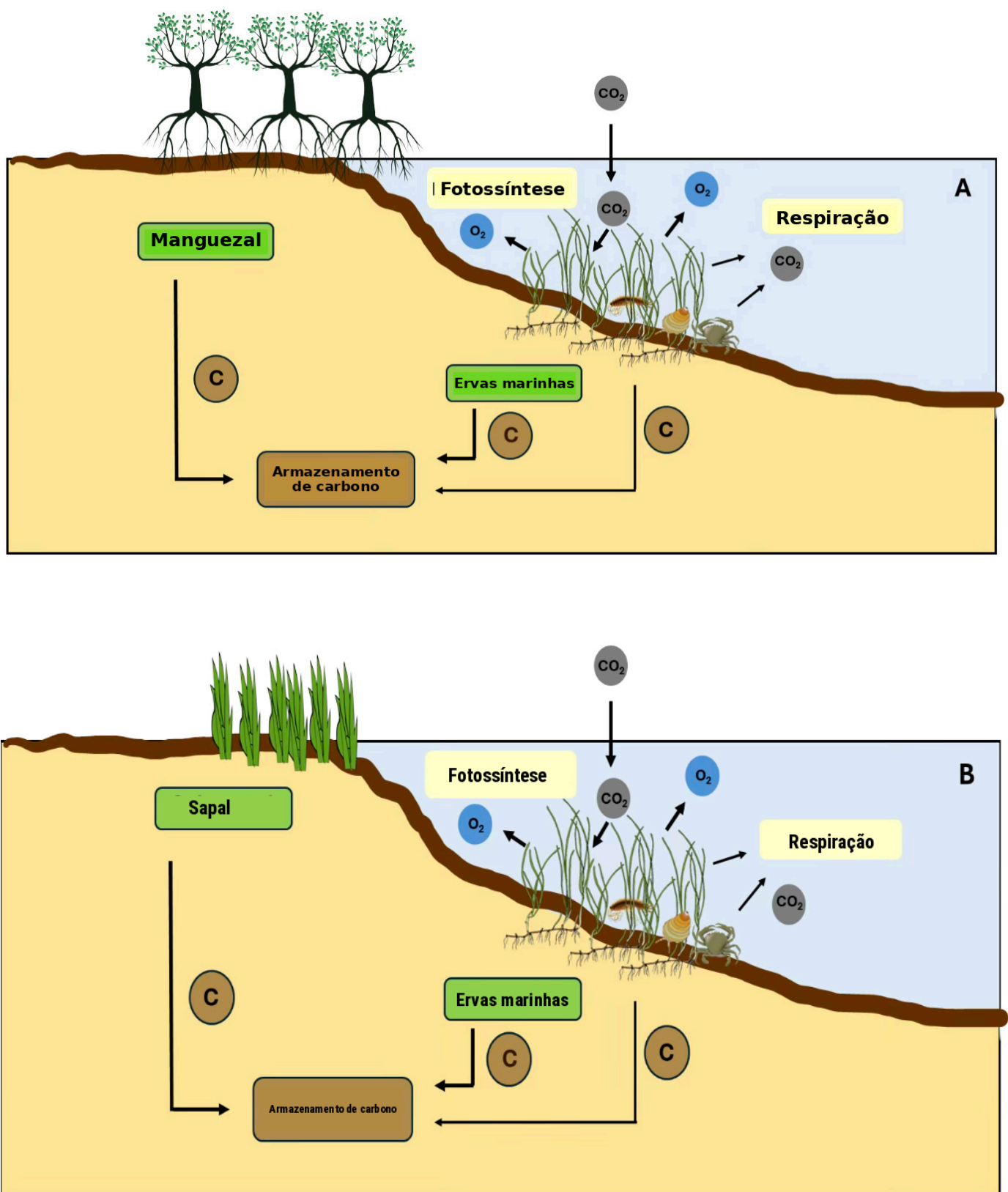


Figura 1. Ilustração esquemática dos fluxos de carbono em (A) ecossistemas tropicais e (B) ecossistemas temperados de carbono azul, com ênfase nas pradarias de ervas marinhas.

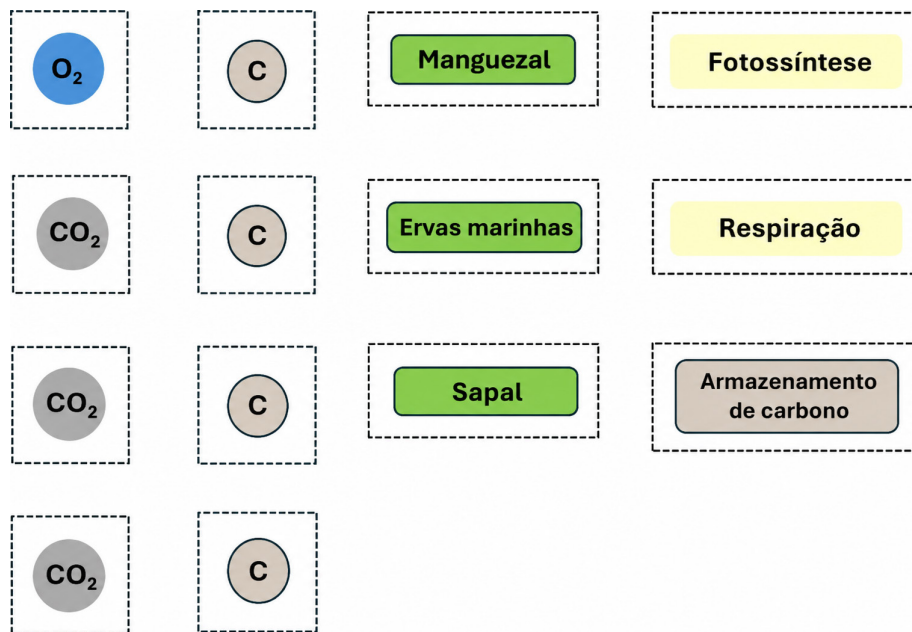


Figura 3. Imagens imprimíveis para serem colocadas nos locais corretos nas Figs. 2A e B.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

- Definir carbono azul.
- Identificar ecossistemas de carbono azul.
- Descrever o processo de captura e armazenamento de carbono em ecossistemas de carbono azul.

Objetivos de Competências

- Criar representações visuais de ecossistemas de carbono azul.
- Transferir conhecimento para representações visuais.

Atitudes e Valores

- Valorizar as pradarias marinhas como cruciais para a captura e armazenamento de carbono.

COMPETÊNCIAS ABORDADAS

Competências em Literacia Científica:

- Compreender a importância dos ecossistemas de carbono azul para a mitigação das alterações climáticas.
- Compreender o papel das pradarias marinhas no efeito tampão da acidificação oceânica.

Competências em Literacia Ambiental:

- Reconhecer a importância de proteger os ecossistemas de carbono azul.
- Identificar as consequências da perda de ervas marinhas para a captura e armazenamento de carbono.

Competências Sociais e Cívicas:

- Suscitar preocupações sobre a conservação das pradarias marinhas.
- Envolver-se em ações de conservação coletivas.

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

- Imagens impressas das Figs. 2 e 3.
- Tesouras.

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

O que é o carbono azul?

Usando a Fig. 1, o Professor explica:

- A importância dos ecossistemas costeiros para a captura e armazenamento de carbono, com ênfase nas pradarias de ervas marinhas.
- Os principais processos através dos quais as plantas de ervas marinhas sequestram e armazenam carbono.
- destaca que a quantidade de carbono armazenada é maior do que o carbono libertado (por exemplo, através da respiração).

Notas para o Professor: A noção de que a quantidade de carbono armazenada é maior do que a libertada é representada pela diferença de intensidade das setas.

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Vamos observar os ecossistemas de carbono azul!

- Os alunos familiarizam-se com a Fig. 1.
- Os alunos familiarizam-se com as imagens impressas nas Figs. 2 e 3.
- Os alunos fazem perguntas.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Compreender os ecossistemas de carbono azul

O Professor explica:

- que mangais, sapais e pradarias de ervas marinhas são vitais para a captura e armazenamento de carbono.
- que o carbono é capturado pelas ervas marinhas através da fotossíntese (ligação com o plano de aula: As Ervas Marinhas são Produtores Primários Importantes, Módulo Temático 4: As Ervas Marinhas Suportam uma Grande Diversidade de Vida).
- que o carbono é armazenado nos sedimentos após a degradação das plantas e de outros organismos.
- o objetivo do exercício (ou seja, colocar as imagens na Fig. 3 nos locais corretos da Fig. 2, a Fig. 1 não é mostrada).

FASE 4: ELABORAÇÃO

Vamos construir um modelo de carbono azul!

Trabalhando em pequenos grupos, os alunos:

- recortam as imagens impressas na Fig. 3.
- criam um modelo de carbono azul, usando as imagens fornecidas e colocando-as nos locais apropriados na Fig. 2.
- reestruturam o modelo após a remoção das ervas marinhas.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Bilhete de Saída com Questionário (o questionário digital pode ser feito usando o Google Forms)

Os alunos completam bilhete de saída com quatro questões:

- Os mangais e as ervas marinhas são ecossistemas de carbono azul? (SIM/NÃO)
- A fotossíntese captura carbono da água do mar? (SIM/NÃO)
- O C e o CO₂ são a mesma coisa? (SIM/NÃO)
- Se removermos as ervas marinhas, o armazenamento de carbono aumenta? (SIM/NÃO)

AVALIAÇÃO

Avaliação Formativa (Durante a Aula):

1. Lista de Verificação de Observação:

- Envolvimento: interesse dos alunos e atenção durante as atividades.

2. Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

Inquérito/Questionário direcionado

- Compreensão científica: os alunos responderam corretamente às perguntas.

CRITÉRIOS DE SUCESSO (Falando com o Aluno)

Para partilha com os alunos no final da aula:

- ☐ Eu consigo perceber que mangais, sapais e ervas marinhas são ecossistemas de carbono azul
- ☐ Eu consigo perceber que os ecossistemas de carbono azul removem mais carbono do que libertam
- ☐ Eu consigo perceber que o carbono está armazenado nos sedimentos dos ecossistemas de carbono azul

B6.

MÓDULO TEMÁTICO 6: ERVAS MARINHAS E HUMANOS ESTÃO IN- DISSOCIATELMENTE INTERLIGADOS

Damla Kiral

STANDO LTD, CHIPRE

Anna Nicolaou

STANDO LTD, CHIPRE

Merve Buba

STANDO LTD, CHIPRE



PLANO DE AULA 1. ERVAS MARINHAS COMO GUARDA-COSTAS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Nesta aula, descobrimos como as pradarias marinhas ajudam a proteger as comunidades costeiras contra a erosão, inundações costeiras e marés de tempestade (ver Fig. 1). Os alunos realizam uma simulação prática de tempestade ao ar livre para ver como as ervas marinhas reduzem a energia das ondas e estabilizam os sedimentos. No final da aula, os alunos compreenderão como as pradarias marinhas protegem as costas e associarão esta função protetora à segurança humana, casas, empregos e resiliência climática. Esta aula complementa o tema central do módulo de que as ervas

marinhas estão diretamente relacionadas com o bem-estar humano e a sobrevivência costeira.

Seguindo a estrutura e abordagem pedagógica deste plano de aula, os Professores podem também desenvolver planos de aula adicionais focados nos outros serviços ecossistêmicos e valores das pradarias de ervas marinhas, conforme apresentado no Currículo SEAQUEST para Professores.

COMO AS ERVAS MARINHAS PROTEGEM A COSTA

As ervas marinhas atuam como uma defesa natural, reduzindo a energia das ondas e protegendo as nossas costas da erosão, das inundações e dos danos causados por tempestades.

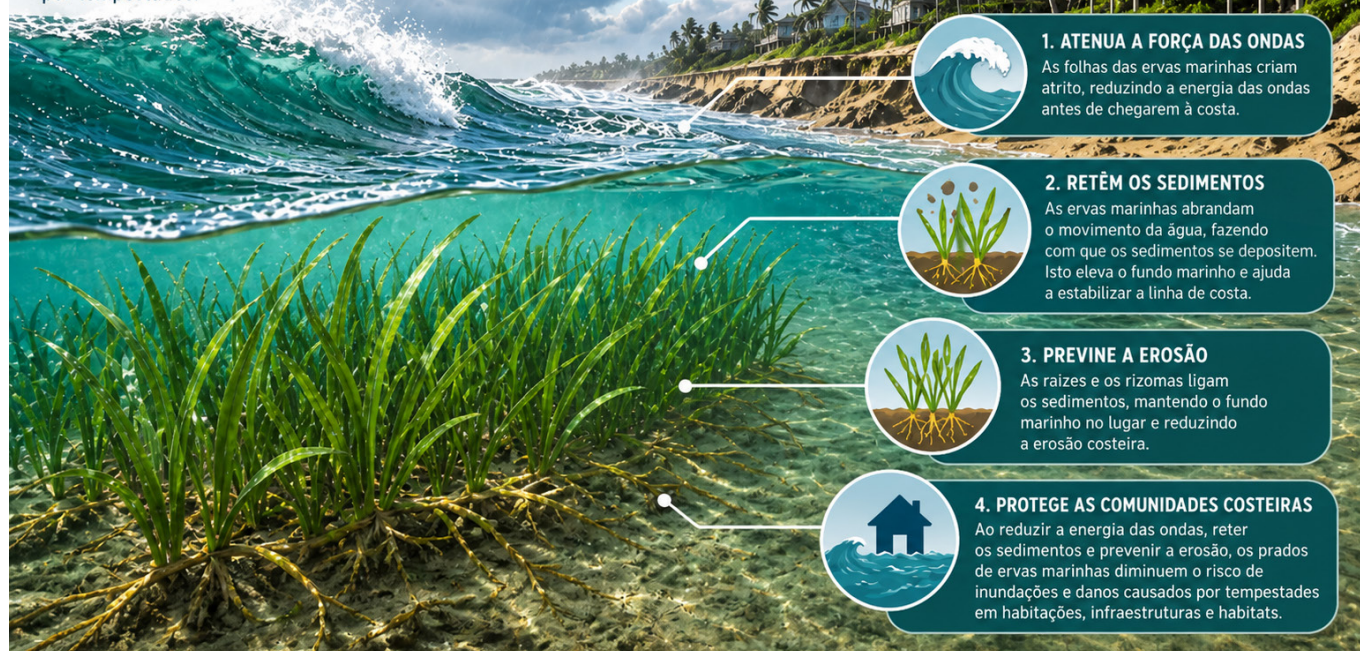


Figura 1. Ilustração dos mecanismos que mostram como as pradarias de ervas marinhas protegem as costas da erosão, inundações e danos causados por tempestades. Esta imagem foi gerada usando Inteligência Artificial.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

- Definir erosão costeira e maré de tempestade
- Reconhecer como as ervas marinhas protegem as linhas costeiras
- Explicar por que a perda de ervas marinhas aumenta o risco costeiro para os humanos

Objetivos de Competências

- Comparar a erosão em modelos de costa protegida vs. não protegida
- Analisar resultados de uma simulação de tempestade
- Projetar uma solução simples de proteção costeira

Atitudes e Valores

- Apreciar o papel protetor das ervas marinhas para as comunidades
- Valorizar os ecossistemas naturais como defensores climáticos
- Demonstrar responsabilidade para com a conservação costeira

COMPETENCES ADDRESSED

Competências em Literacia Científica:

- Conduzir uma investigação científica simples
- Observar e registar resultados
- Tirar conclusões a partir das evidências

Competências em Literacia Ambiental:

- Compreender os serviços ecossistémicos
- Reconhecer a interdependência entre o ser humano e a natureza
- Identificar consequências da degradação ambiental

Competências Digitais

- Usar um tablet ou dispositivo para gravar resultados experimentais (foto/vídeo) (opcional)
- Interpretar uma curta animação digital de uma maré de tempestade (opcional)

Competências Sociais e Cívicas:

- Colaborar em investigações de grupo
- Participar em discussões estruturadas
- Reconhecer a responsabilidade da comunidade na gestão ambiental

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

- Dois tabuleiros rasos por grupo (para simular a linha costeira com e sem pradarias marinhas)
- Areia ou sedimento para representar a linha costeira
- Copos ou garrafas para deitar água (para simular ondas)
- Ervas pequenas, ráfia, fio ou material vegetal natural (para simular ervas marinhas)
- Fita métrica ou régua (para medir a erosão costeira)
- Folha de exercícios de observação (Anexo para impressão)

Materiais Opcionais / Avançados

- Vídeo de um minuto mostrando impactos da maré de tempestade: <https://www.youtube.com/watch?v=an5uDI2ftb8>
- Imagens impressas de inundações costeiras: Encontre imagens relevantes através de pesquisa no Google ou use a Figura 2.



Figura 2. Optional material showing impacts of storm surges and flooding on coastal areas. This image has been generated using Artificial Intelligence.

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Nome da Atividade/Título: **Quem Protege a Costa?**

Descrição da Atividade:

1. Mostre aos alunos a Figura 2 ou uma imagem real (local) das inundações costeiras após uma tempestade.
2. Pergunte aos alunos o que poderia proteger as casas perto do mar.
3. Escreva sugestões no quadro (muros de contenção, rochas, plantas, dunas de areia).

4. Introduza a ideia de que as plantas subaquáticas – as ervas marinhas – também protegem as linhas costeiras.

Perguntas Orientadoras/Inquéritos:

- O que acontece durante uma tempestade forte perto do mar?
- Porque é que algumas praias desaparecem após tempestades?
- Será que as plantas conseguem mesmo parar a água?

Notas para o Professor:

Incentive a curiosidade. Não explique ainda completamente – permita que os alunos possam levantar hipóteses. Foque os seguintes pontos:

- O que acontece numa tempestade forte perto do mar?
Tempestades fortes têm ventos de alta velocidade, baixa pressão atmosférica e grandes ondas. Tais forças podem criar uma maré de tempestade, onde os níveis da água sobem temporariamente e empurram a água para terra. As ondas tornam-se mais fortes e frequentes, levando a mais movimento de areia e água ao longo da costa. Isto pode causar inundações, danos em edifícios e alterações significativas na linha costeira rapidamente.
- Porque é que algumas praias desaparecem após uma tempestade?
Quando grandes ondas e águas que se movem rapidamente removem areia da costa e a transportam para o mar ou ao longo da costa, as praias “desaparecem”. Quando não há nada que prenda a areia no lugar, a erosão ocorre rapidamente. O processo é muito mais severo onde não existem barreiras naturais, como ervas marinhas, dunas ou rochas, ou onde estas foram degradadas.
- As plantas conseguem realmente reter água?
As ervas marinhas, por exemplo, não param inteiramente a água, mas abrandam o movimento da água e retiram alguma da sua energia. As folhas das ervas marinhas atuam como barreiras para reduzir a energia das ondas e as raízes mantêm a areia no lugar. Esta combinação ajuda a proteger as linhas costeiras da erosão e a reduzir a força de ondas poderosas e das marés de tempestade. Peça aos alunos para pensarem na erva marinha como um ‘escudo natural’ em vez de uma parede sólida.

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **Investigação de Simulação de Tempestades**

Descrição da Atividade:

1. Divida os alunos em pequenos grupos.
2. Cada grupo prepara dois tabuleiros contendo água (‘mar’) e areia/sedimento (‘costa’) num dos lados do tabuleiro (Figura 3). Tente tornar a largura da ‘costa’ em ambas as bandejas o mais semelhante possível.
 - Tabuleiro A: Apenas areia/sedimento (costa sem vegetação) no extremo do tabuleiro.
 - Tabuleiro B: areia/sedimento como acima, mas com “erva marinha” inserida na areia
3. Os alunos medem a largura da ‘costa’ e marcam a linha de areia na sua folha de registo (a folha de registo pode ser encontrada no Anexo).
4. Simulam ondas vertendo quantidades iguais de água em ambas os tabuleiros.
5. Repetem 3–4 “rondas de onda” se necessário.
6. Os alunos medem a erosão (quanta areia se moveu) e a nova largura da ‘costa’.

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Qual foi o tabuleiro que perdeu mais areia?
- O que é que a “erva-marinha” fez ao movimento da água?
- O que poderá acontecer às casas construídas perto do Tabuleiro A?

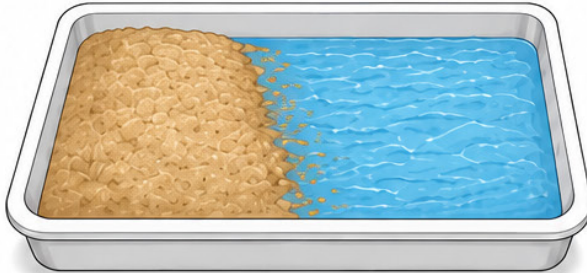
EXPERIÊNCIA DE ONDA DE TEMPESTADE

Como as ervas marinhas ajudam a proteger as nossas costas

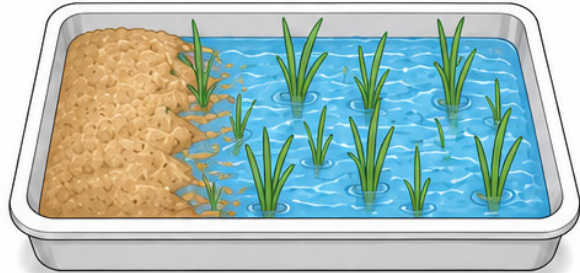
1 PREPARAÇÃO INICIAL

Prepare dois tabuleiros com água (mar) e areia/solo (costa) num dos lados.

TABULEIRO A: Costa sem ervas marinhas



TABULEIRO B: Costa com ervas marinhas



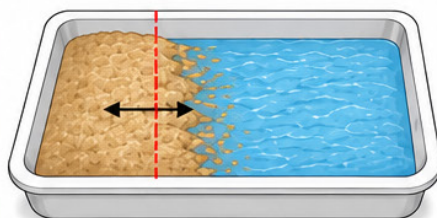
2 DEITE ÁGUA (SIMULE AS ONDAS)

Deite quantidades iguais de água nos dois tabuleiros para simular as ondas.



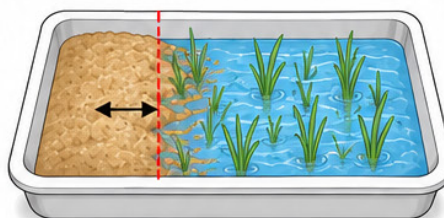
3 REGISTE OS RESULTADOS

Meça a largura da "costa". Registe quanto areia foi perdida (erosão). Compare os dois tabuleiros.



TABULEIRO A: Costa sem ervas marinhas

Largura inicial da costa	_____ cm
Largura final da costa	_____ cm
Areia movimentada (erosão)	_____ cm



TABULEIRO B: Costa com ervas marinhas

Largura inicial da costa	_____ cm
Largura final da costa	_____ cm
Areia movimentada (erosão)	_____ cm

FICHA DE OBSERVAÇÃO

- ✓ Qual dos tabuleiros perdeu mais areia?
- ✓ Qual a quantidade de areia movimentada?
- ✓ Como é que as ervas marinhas ajudam a proteger a costa?

Figura 3. O procedimento passo a passo para uma experiência que investiga como pradarias saudáveis de ervas marinhas reduzem a erosão costeira e os impactos das marés de tempestade. Esta imagem foi gerada usando Inteligência Artificial.

Notas para o Professor:

Sobre a experiência:

- Assegure quantidades iguais de água para testes justos.
- Incentive a medição cuidadosa.
- Permita que os alunos repitam se os resultados parecerem inconsistentes.

Sobre a teoria:

- Qual foi o tabuleiro que perdeu mais areia?
Os alunos devem notar que o tabuleiro sem ervas marinhas (Tabuleiro A) tende a perder mais areia. Isto porque não há nada que retenha o sedimento ou reduza a força das ondas.
- Como é que a “erva marinha” afetou o movimento da água?
A “erva marinha” destina-se a abrandar a água e reduzir a energia das ondas. Os alunos podem observar pequenos salpicos e água mais limpa. Isto modela como as pradarias reais de ervas marinhas reproduzem a energia das ondas e estabilizam sedimentos.
- O que pode acontecer às casas perto do Tabuleiro A?
Faça com que os alunos reconheçam que as linhas costeiras não protegidas (Tabuleiro B) são mais vulneráveis. Não existe uma barreira natural para reduzir o impacto das ondas, pelo que as casas próximas destas áreas são vulneráveis a mais erosão, inundações e danos causados por tempestades.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **Ervas marinhas como barreiras naturais**

Descrição da Atividade:

O Professor explica:

- As folhas das ervas marinhas abrandam as ondas.
- As raízes retêm sedimentos no lugar.
- As pradarias marinhas reduzem a energia das ondas antes que esta chegue à costa.
- A perda de ervas marinhas aumenta a erosão costeira.

Reforçar o vocabulário-chave:

Erosão, maré de tempestade, sedimentos, proteção

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Porque é que o Tabuleiro B se manteve mais estável?
- De que forma isto é semelhante às costas reais?
- Como é que isto protege as pessoas?

Notas para o Professor:

O Tabuleiro B é mais estável porque a “erva marinha” ajuda a reduzir o efeito das ondas na areia. A água é retardada à passagem pela erva marinha e menos areia é levantada e retirada. As raízes (ou um equivalente simulado) também tendem a ancorar o sedimento e a torná-lo menos propenso a fácil deslocamento. Imagine linhas costeiras reais, onde as pradarias marinhas servem como amortecedores naturais, ligando e aprisionando sedimentos e dissipando a energia das ondas antes de atingir a costa. Esta proteção é importante para as pes-

soas, pois reduz a erosão costeira e o risco de inundações, ajudando a proteger casas, estradas e outras infraestruturas nas comunidades costeiras, especialmente durante tempestades e elevação do nível do mar. Isto liga-se explicitamente às comunidades humanas de várias formas, como casas, turismo e indústrias de pesca.

FASE 4: ELABORAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **Projetar uma Costa mais Segura**

Descrição da Atividade:

Os alunos desenham um plano de proteção costeira (diagrama em papel) que inclui:

- Ervas marinhas
- Outras características naturais (mangais, dunas, recifes)
- Comportamento humano responsável

Os grupos desenham um diagrama rotulado.

Tema de discussão opcional: Os alunos comparam soluções naturais com muros de betão marinhos.

Perguntas Orientadoras/Inquéritos:

- De que forma poderão as soluções naturais ser melhores do que os muros de betão?
- O que acontece se removermos as ervas marinhas?
- Quem deve proteger estes ecossistemas?

FASE 5: AVALIAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **Explica Como um Cientista**

Descrição da Atividade:

Os alunos escrevem 5 frases explicando como as ervas marinhas protegem os humanos.

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Que evidências obtiveram da experiência de hoje?
- O que aconteceria se as ervas marinhas desaparecessem?

Notas para o Professor:

Incentive os alunos a referirem-se diretamente ao que viram nos tabuleiros (evidência da experiência): o tabuleiro com ervas marinhas perdeu menos areia e houve menos movimento visível de sedimentos, o que demonstra que a erva marinha reduz a energia das ondas e a erosão. Ao alunos devem associar isto a impactos reais, tais como a forma como as linhas costeiras estáveis ajudam a proteger casas, estradas e comunidades costeiras dos danos causados por tempestades e inundações.

Peça também aos alunos para pensar no que aconteceria se as ervas marinhas desaparecessem.

AVALIAÇÃO

1. Avaliação Formativa (Durante a Aula):

- Observação da colaboração de grupo
- Ouvir hipóteses antes da experiência
- Questionar durante a recolha de dados

2. Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

Tipo de avaliação: Bilhete de Saída

Os alunos respondem a uma das opções:

- 3 coisas que aprenderam hoje
- 2 formas como a erva marinha protege as costas
- 1 pergunta que ainda tenham

Evidências capturadas:

- Compreensão do mecanismo de proteção
- Vocabulário correto
- Conexão clara com o bem-estar humano

CRITÉRIOS DE SUCESSO

- ☐ Eu consigo definir erosão costeira e maré de tempestade
- ☐ Eu posso explicar como as ervas marinhas protegem as linhas costeiras
- ☐ Eu consigo comparar a erosão em dois modelos diferentes
- ☐ Eu consigo descrever porque é que proteger as ervas marinhas favorece as pessoas

Anexo

Folha de Registo da Experiência de Erosão Costeira

Nome: _____ Data: _____ Membros do Grupo: _____

Objetivo:

Investigar como as ervas marinhas afetam a erosão costeira durante a ação das ondas.

Previsão (Hipótese)

O que achas que vai acontecer à areia em cada tabuleiro?

Tabuleiro com erva marinha: _____

Tabuleiro sem erva marinha: _____

Resultados

Observar	Tabuleiro COM Erva Marinha	Tabuleiro SEM Erva Marinha
Largura inicial da costa (cm)		
Largura final da costa (cm)		
Clareza da água (clara/turva)		
Força da onda (igual para ambos?)		

Observações (o que viste)

Descreve o que aconteceu durante a experiência:

Conclusão: O que descobriste sobre ervas marinhas e erosão?

Explicação: Porque é que isto aconteceu? (Pensa em ondas, raízes e movimento da areia)

Reflexão: A tua hipótese estava correta? O que mudarias na próxima vez?

PLANO DE AULA 2. DA TERRA AO MAR – COMO O EXCESSO DE NUTRIENTES AFETA AS ERVAS MARINHAS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

As pradarias de ervas marinhas encontram-se frequentemente em mau estado devido à má qualidade da água, principalmente nutrientes em excesso provenientes de esgotos, agricultura e pecuária. Fertilizantes provenientes da agricultura, resíduos da criação pecuária e águas residuais humanas entram no mar através do escoamento superficial e fontes pontuais, trazendo nutrientes em excesso para o mar (Figura 1).

O excesso de nutrientes nas pradarias marinhas pode provocar o crescimento rápido de epífitos (por exemplo, microalgas e macroalgas que crescem nas folhas das ervas marinhas), macroalgas (algas marinhas) e fitoplâncton (na coluna de água). À medida que as macroalgas e microalgas crescem, bloqueiam a luz solar de que as ervas marinhas necessitam para a fotossíntese.

Se a poluição por nutrientes se tornar demasiado elevada, o sistema passa de um estado dominado por ervas marinhas para um estado dominado por algas. Quando isto acontece, as ervas marinhas morrem (Figura 1).

O declínio das ervas marinhas reduz a função e os bens e serviços que estas fornecem aos humanos – por exemplo, as pradarias tornam-se menos capazes de atuar como habitats cruciais de maternidade e de mitigação da erosão costeira.

Assim, ação urgentemente é necessária para reduzir as ameaças pela poluição e para melhorar o conhecimento sobre a origem dos problemas de qualidade da água e de como estes afetam pradarias de ervas marinhas.

Do Continente ao Mar – Como o Excesso de Nutrientes Afeta as Ervas Marinhas

O excesso de nutrientes em terra acaba por chegar ao mar e ameaça as pradarias de ervas marinhas e os serviços que estas prestam.

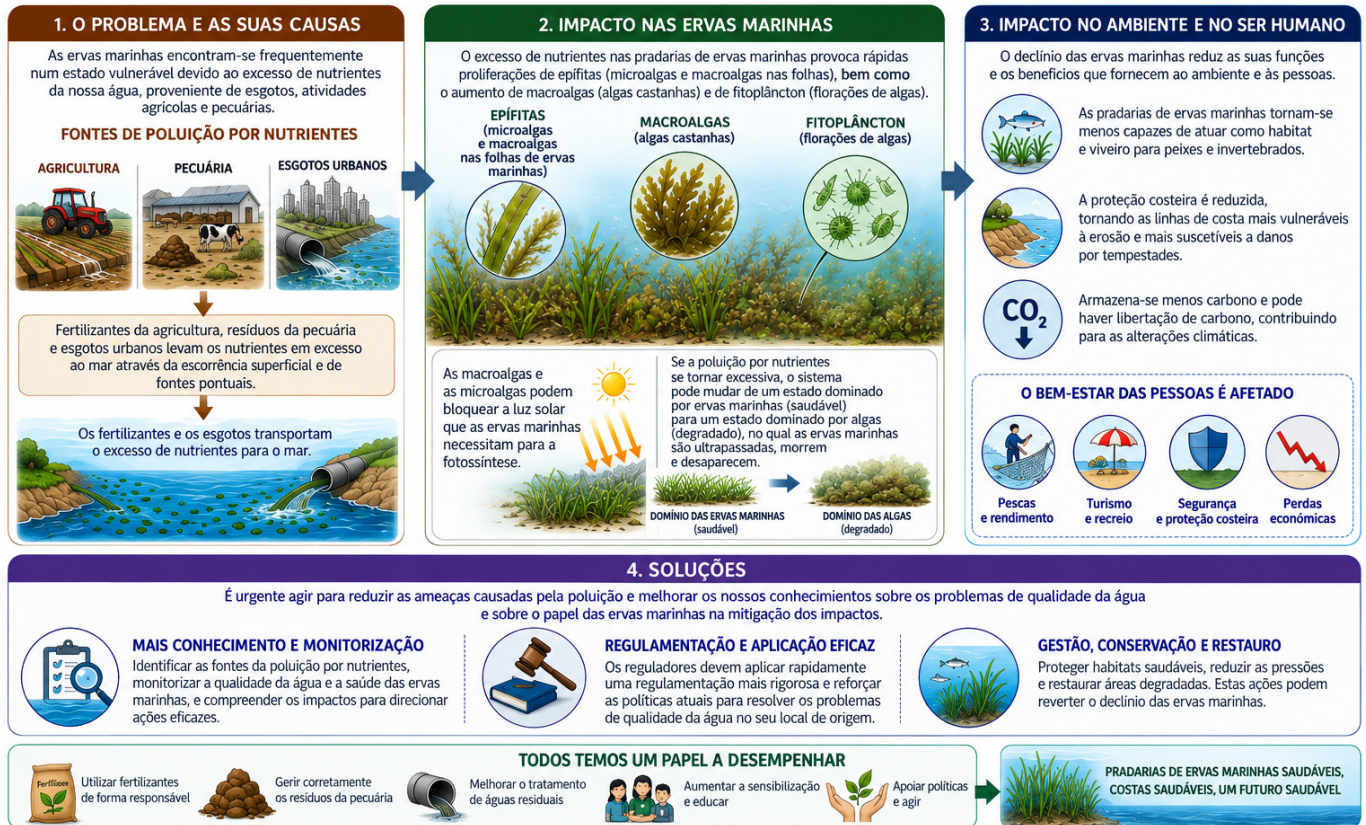


Figura 1. Schematic presentation of nutrient excess input in seagrass meadows: The problem and its causes, the impact on seagrass meadows and humans, solutions. This image has been generated using Artificial Intelligence.

Os reguladores devem desenvolver rapidamente legislação e aplicar as políticas atuais para enfrentar os problemas de qualidade da água do mar na origem.

Neste contexto, devemos ter em mente que a gestão, a conservação e o restauro podem reverter o declínio das pradarias de ervas marinhas.

Nesta aula, os alunos irão analisar a eutrofização – um estado de crescimento excessivo de algas causado por nutrientes, predominantemente azoto e fósforo, presentes na água – e o seu impacto devastador nas pradarias de ervas marinhas. Numa simulação prática de escorrências, os alunos irão observar como a poluição viaja e afeta as plantas subaquáticas. Para além disso, através de uma experiência prática (exploran-

do como a água turva bloqueia a luz) e de uma atividade de eutrofização (observação do crescimento de algas impulsionado pela adição de fertilizante), os alunos irão conectar atividades humanas diárias em terra à saúde dos ecossistemas marinhos, e discutir soluções práticas para reduzir a poluição por nutrientes.

Seguindo a estrutura e abordagem pedagógica deste plano de aula, os professores podem também desenvolver planos de aula adicionais focando-se noutras ameaças importantes para as pradarias marinhas descritas no Currículo SEAQUEST para Professores, tais como desenvolvimento costeiro, dragagens, ancoragem e atividades náuticas, práticas de pesca destrutivas e ameaças relacionadas com o clima (Fig. 1).

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Definir eutrofização e explicar como os nutrientes em excesso entram no mar por terra
- Identificar as principais fontes de poluição por nutrientes (fertilizantes, resíduos de gado, esgotos humanos)
- Descrever a cadeia de efeitos que o excesso de nutrientes tem nas pradarias de ervas marinhas
- Explicar como a obstrução da luz causada pelo crescimento excessivo de algas leva ao declínio das ervas marinhas
- Reconhecer as consequências ambientais e humanas mais amplas da perda de pradarias de ervas marinhas

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Realizar experiências simples e registrar observações com rigor
- Comparar condições experimentais (água limpa versus água enriquecida em nutrientes) e tirar conclusões
- Usar vocabulário científico (eutrofização, epífitos, fotossíntese, nutrientes, escoamentos/escoamento) de forma adequada

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Demonstrar curiosidade sobre as conexões entre atividades com origem em terra e ecossistemas marinhos
- Demonstrar responsabilidade propondo ações concretas para reduzir a poluição por nutrientes

COMPETENCES ADDRESSED

Competências em Literacia Científica:

- Conduzir uma investigação experimental controlada
- Observar relações de causa e efeito
- Gravar e integrar dados simples

Competências em Literacia Ambiental:

- Reconhecer conexões ecológica terra-mar
- Compreender a mudança ambiental induzida pelo ser humano
- Identificar medidas de prevenção e mitigação

Competências Sociais e Cívicas:

- Colaborar em investigações de grupo
- Discutir responsabilidades ambientais partilhadas
- Participar em diálogos focados em soluções

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

- Tabuleiros grandes ou recipientes rasos
- Solo ou areia, pedras pequenas, folhas, aparas de relva
- Corante alimentar (para representar a poluição)
- Pequenos pedaços de papel (para representar resíduos)
- Latas/garrafas de água com furos na tampa para simular chuva
- Copos ou frascos transparentes (para recolher escoamentos)
- Folha de exercícios de observação (Anexo para impressão)
- Lanterna para observar a clareza da água
- 3 garrafas plásticas de água
- Água do mar de uma área costeira local ou água de uma lagoa costeira local
- Água da torneira
- Fertilizante líquido contendo azoto ou fósforo (disponível em lojas de material agrícola)

Materiais Opcionais/Avançados

- Imagens de eutrofização em águas costeiras, por exemplo: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-10127-4_4#Fig4
- Vídeo de 2 minutos mostrando escoamento de águas pluviais: <https://www.youtube.com/watch?v=GrBEEjijxaY>
- Vídeo de 2 minutos mostrando o escoamento

agrícola: <https://www.youtube.com/watch?v=nolsLLSpXeg>

- Vídeo de 1 minuto a mostrar a eutrofização costeira <https://www.facebook.com/locUnesco/videos/coastal-eutrophication-eutrophication-the-over-enrichment-of-nutrients-into-coas/2613661302256999/>
- Fotografias de pradarias de ervas marinhas
- Giz para desenhar caminhos de escoamento no exterior da sala de aula

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Nome da Atividade/Título: **Para onde vai a água da chuva?**

Descrição da Atividade:

Esta atividade ao ar livre foi concebida para ajudar os alunos a observar o movimento da água no seu ambiente imediato, introduzindo o conceito de escoamento terrestre. Peça aos alunos que considerem o que acontece à água da chuva quando esta cai. Incentive os alunos a sugerir ideias, como ser absorvida pelo solo ou fluir sobre superfícies. Leve os alunos para o exterior e organize-os em pequenos grupos para explorar os terrenos da escola. Peça-lhes que procurem características como encostas, drenos, áreas de solo ou relva, e superfícies pavimentadas, e pensem em como cada uma delas pode afetar o movimento da água.

De seguida, faça uma demonstração simples vertendo uma pequena quantidade controlada de água sobre diferentes superfícies, tais como

pavimento, entulho e solo vegetal. Os alunos devem observar a velocidade com que a água se move, para onde vai, se desce ou escorre e se há sujeira ou lixo na água.

Depois da observação, lidere uma discussão. Pergunte aos alunos para onde foi a água, que caminho tomou e o que transportou consigo. Explique que a água corre dos drenos para rios e rios até ao oceano, e ajude-os a ligar isto a um sistema mais amplo. Depois adicione o termo escoamento terrestre – água a correr sobre a terra e trazer coisas consigo para os riachos e para o mar.

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Para onde vai a água da chuva depois de cair?
- Quão rápido se move a água em terrenos vegetados em comparação com o betão?
- A água fica imóvel ou desloca-se?
- O que poderá levar consigo?
- O que acham que acontece às plantas subaquáticas devido a esta água?
- Introduza o termo-chave: eutrofização – escreva-o no quadro e convide os alunos a adivinhar o seu significado.

Notas para o Professor:

A água da chuva não fica simplesmente onde cai. Parte dela é absorvida pelo solo, especialmente em áreas de solo ou relva, mas uma grande quantidade flui sobre superfícies como estradas e passeios. Esta água em fluxo é chamada de escoamento superficial ou terrestre, e move-se no sentido descendente, descendo encostas em direção a drenos, sarjetas, rios e rios, even-

tualmente chegando ao mar. À medida que se move, pode transportar muitas coisas consigo, tais como solo, resíduos, fertilizantes e pesticidas. Estes materiais podem acabar em rios e no oceano, onde podem prejudicar ecossistemas como as pradarias de ervas marinhas.

Enfatize que a água da chuva viaja, algumas vezes, por longas distâncias, ligando os ambientes terrestres a cursos de água e ambientes costeiros. Incentive os alunos a pensarem localmente primeiro antes de se conectarem globalmente.

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **Escorrência em Ação – Jornada de Poluição**

Descrição da Atividade:

1. Divida os alunos em grupos.
2. Cada grupo cria uma “mini-paisagem” num tabuleiro:
 - Solo (terras agrícolas)
 - Rochas (áreas urbanas)
 - Folhas (vegetação natural)
3. Adicione “poluentes”:
 - Corante alimentar (fertilizantes/químicos)
 - Pedacos de papel (resíduos)
4. Incline ligeiramente o tabuleiro para criar um declive/inclinação.
5. Simule a chuva usando o regador.
6. Recolha o escoamento num frasco transparente.
7. Ilumine com a lanterna para observar a penetração da luz e a poluição

Os alunos observam e registam (folha de registo no Anexo):

- Clareza da água
- Velocidade de movimento
- Quantidade de “poluição” transportada

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- O que aconteceu quando começou a chover?
- Veio mais escoamento poluído de áreas vegetadas ou sem vegetação?
- Quão limpa ou suja está a água recolhida?
- Como é que a água suja afeta as ervas marinhas, os peixes e as pessoas (pescadores, banhistas..)?

Notas para o Professor:

Quando a “chuva” começar, peça aos alunos para observarem como a água começa a descer a colina pelo tabuleiro, recolhendo e transportando material à medida que flui. Peça-lhes que expliquem como a velocidade do fluxo e a direção variam em diferentes superfícies (solo, rochas, folhas). Tente ajudá-los a perceber que superfícies mais lisas e duras (como rochas/ áreas urbanas) vão ter um escoamento mais rápido, enquanto o solo e a vegetação podem abrandar um pouco a água, mas podem libertar sedimentos e poluentes.

Peça aos alunos para compararem e contrastarem de onde veio a maior parte da poluição. Devem reconhecer que solo sem vegetação ou solto produz água turva (sedimentação) e que áreas com “poluentes” adicionados (corante alimentar, papel) demonstram claramente como os contaminantes são transportados. Enfatize a ideia de suspensão de sedimentos, na qual

partículas finas permanecem na água, fazendo com que esta pareça lamacenta e turva.

Peça aos alunos para descreverem o aspeto da água recolhida – limpa ou suja – e relacionar em isso com a qualidade da água no mundo real. Depois, faça a conexão com os impactos: água turva ou poluída significa que menos luz chega às ervas marinhas e isso afeta a sua capacidade de fotossíntese e sobrevivência. Os poluentes podem prejudicar os peixes e a vida marinha. A má qualidade da água pode ter impacto nas pessoas ao reduzir a quantidade de peixe, afetando os meios de subsistência como a pesca e tornando as praias menos seguras ou agradáveis.

Lembre os alunos para verterem água de forma uniforme entre os grupos para tornar a comparação justa e mais fiável.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **Atividade de Eutrofização – Fertilizante no Mar**

Objetivo: Os alunos observam experimentalmente o que acontece quando os nutrientes entram num sistema aquático investigando os efeitos do fertilizante no crescimento do fitoplâncton! Realizam uma experiência de duas semanas seguindo as instruções abaixo.

Descrição da Atividade

- Enchem duas garrafas de água até metade com água do mar ou água de lagoa costeira.
- Enchem a terceira garrafa até ao mesmo nível com água da torneira.
- Rotulem as três garrafas com as iniciais L (Lagoa), L+ (Lagoa com fertilizante adicionado) e T (água da torneira).

- Coloquem as três garrafas lado a lado num local exposto à luz solar.
- Na tabela abaixo, registem o aspeto da água nas três garrafas antes de iniciar a experiência.
- Após o registo inicial, adicionem duas colheres de chá de fertilizante líquido à garrafa L+.
- Todos os dias durante 15 dias, registem a vossa observação da água na mesa.

RESPOSTA ÀS PERGUNTAS:

- Porque é que usamos água da torneira?
- Porque é que usamos três garrafas?
- Que tipos de organismos estão presentes na água?
- Como é que a água na garrafa L+ é afetada pela adição de fertilizante? O que é que isto indica?

Day and Time	Bottle L	Bottle L+	Bottle T	Observations

O Professor explica:

- O escoamento transporta nutrientes e poluentes para as águas costeiras.
- Demasiados nutrientes causam crescimento rápido e excessivo de epífitos, macroalgas e fitoplâncton.
- As algas bloqueiam a luz solar e as algas mortas em decomposição consomem oxigénio na água.
- As ervas marinhas precisam de luz solar para a fotossíntese.
- A diminuição da luz leva ao declínio das ervas marinhas.

Explique que, a nível global, cerca de 20% da área global de ervas marinhas foi perdida desde o final do século XIX devido a pressões humanas e naturais. A deterioração da qualidade da água do mar devido ao escoamento industrial e agrícola e a eliminação de águas residuais

com tratamento insuficiente são um dos principais fatores para este declínio.

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Por que as ervas marinhas necessitam de água clara?
- O que pode acontecer se as algas cobrem a água por cima de uma pradaria marinha?
- De que forma estamos implicados neste processo?

Notas para o Professor:

Explique aos alunos que as ervas marinhas precisam de água clara para prosperar, pois dependem da luz solar para realizar a fotossíntese e produzir a sua própria energia. Se a água estiver turva ou se a luz for bloqueada, menos luz chega às plantas, dificultando o seu crescimento e sobrevivência. Esta ideia pode ser reforçada através de um diagrama simples da

luz solar passando por água limpa e luz solar bloqueada por água turva. Ao mencionar as algas, refira que se estas crescerem em excesso e cobrirem a água sobre as ervas marinhas, estas atuam como uma “sombra” e impedem a luz solar de chegar às plantas abaixo. Isto pode eventualmente enfraquecer ou matar as ervas marinhas. Utilize recursos visuais e analogias que sejam relevantes, tais como tentar cultivar uma planta no escuro. Para abordar a conexão humana, ajude os alunos a perceber que as atividades em terra, como escoamentos de esgotos e águas residuais insuficientemente tratadas, e o uso excessivo de fertilizantes, podem chegar ao mar e provocar crescimento excessivo de epífitos, macroalgas e fitoplâncton. Lembre-lhes que as pessoas fazem parte deste sistema e que as nossas ações podem prejudicar ou ajudar a proteger os ecossistemas de ervas marinhas

FASE 4: ELABORAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **Construa uma paisagem mais limpa**

Descrição da Atividade:

O Professor demonstra ou orienta os alunos a redesenhar a sua paisagem de tabuleiro para reduzir o escoamento, acrescentando:

- Barreiras naturais (mais vegetação, relva/rafia/ou uma esponja para representar zonas húmidas, etc.)
- Caminhos de água mais lentos (por exemplo, colocar áreas rochosas antes da água)

Repetir o teste da chuva e comparar os resultados.

Os alunos avaliam a melhoria.

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Que mudanças reduzem a poluição?
- Como podem as plantas ajudar a travar o escoamento?
- Que soluções da vida real podem as comunidades usar?

Notas para o Professor:

Nesta fase, oriente os alunos a pensar como solucionadores de problemas enquanto redesenham a sua paisagem para reduzir a poluição. Incentive-os a incluir “barreiras naturais” tais como vegetação (folhas, rafia, esponjas como zonas húmidas) e a abrandar os caminhos de água alterando a disposição (por exemplo, colocando pedras ou plantas no caminho de fluxo). Peça-lhes que repitam o teste da chuva, incentivando-os a observar atentamente as diferenças na velocidade da água, na clareza e na quantidade de “poluição” que entra no frasco de recolha.

Durante a discussão, os alunos descobrem quais as mudanças mais eficazes. Devem perceber que mais plantas ou barreiras significam maior desaceleração da água para que possa ser absorvida, e mais sedimentos e poluentes retidos antes de avançarem. Enfatize que as plantas atuam como filtros naturais, reduzindo o escoamento e melhorando a qualidade da água.

Ao discutir a vida real, incentive os alunos a propor soluções tais como plantar vegetação, proteger zonas húmidas, criar espaços verdes e reduzir a poluição na origem. Enfatizar que a vegetação e as zonas húmidas podem reter poluentes, reduzir o escoamento de nutrientes e melhorar a qualidade da água antes de che-

gar aos rios e ao mar. Enfatize que estas são soluções baseadas na natureza que as comunidades podem usar para proteger cursos de água e ecossistemas costeiros.

Incentive a experimentação e o pensamento de engenharia ao longo de todo o processo – não existe uma única forma “certa” de desenhar algo e a melhoria provém de testes e adaptação de ideias. Faça a conexão da atividade com soluções da vida real, como a proteção e o restauro de zonas húmidas, plantação de vegetação ao longo de cursos de água, melhoramento do tratamento de águas residuais e redução do uso de fertilizantes. Reforçar que uma boa gestão do solo pode ajudar a prevenir a eutrofização costeira e proteger as pradarias de ervas marinhas.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **A Jornada de uma Gota de Chuva**

Descrição da Atividade: Narrativa

Os alunos contam uma história curta a partir da perspetiva de uma gota de chuva a viajar para uma pradaria de ervas marinhas.

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- O que descobrimos sobre o escoamento?
- Como podem os humanos reduzir o escoamento nocivo?

Notas para o Professor:

Esta atividade de narrativa permite aos alunos demonstrar a sua compreensão de forma criativa. Guie-os na descrição do percurso de uma gota de chuva passo a passo – desde onde cai (por exemplo, cidade, quinta ou terra natural), como se move (escoamento, drenos, rios), o que

recolhe pelo caminho (por exemplo, fertilizantes, sedimentos) e o que acontece quando chega ao mar e a uma pradaria de ervas marinhas.

Incentive os alunos a incluir ligações claras de causa e efeito, tais como de que forma as atividades humanas (por exemplo, o uso de fertilizantes) conduzem aos escoamentos poluídos e como isso afeta a qualidade da água e a saúde das ervas marinhas. Devem também demonstrar consciência das soluções, por exemplo, como a adição de plantas ou a redução da poluição pode alterar a viagem da gota de chuva e reduzir os danos. Ao avaliar, procure sequência lógica (início claro → viagem → resultado), compreensão de escoamento e movimento da poluição, conexão entre atividades em terra e impacto marinho, inclusão de soluções ou ações positivas.

AValiação

1. Avaliação Formativa (Durante a Aula):

- Observação durante a montagem da experiência
- Monitorização das hipóteses vs resultados
- Discussões em grupo
- Reflexões de pensamento e partilha em grupo

2. Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

Tipo de Avaliação:

1. Interpretação de papéis

Os alunos fazem uma representação teatral da história da gota de chuva feita na atividade anterior.

Provas recolhidas:

- Compreensão da via de escoamento
- Identificação das fontes de poluição
- Conexão clara com a saúde das ervas marinhas

Provas recolhidas:

- Compreensão do mecanismo de proteção
- Vocabulário correto
- Conexão clara com o bem-estar humano

2. Os alunos completam um pequeno bilhete de saída com três componentes:

- **Desenhar & etiquetar:** Criar um diagrama de fluxo mostrando a cadeia de eutrofização (fertilizante → escoamento → mar → algas → crescimento → bloqueio de luz → morte das ervas marinhas).
- **Explicar:** Escrever uma frase a explicar porque é que a água turva é prejudicial para as ervas marinhas.
- **Agir:** Nomear uma coisa que possa fazer – ou pedir a adultos – para ajudar a reduzir a poluição por nutrientes.

CRITÉRIOS DE SUCESSO (Falando com os Alunos)

Partilhar com os alunos no final da aula:

- ☐ Eu consigo definir escoamento terrestre
- ☐ Eu posso explicar como a poluição da terra chega ao mar
- ☐ Eu consigo descrever como o escoamento afeta as ervas marinhas
- ☐ Eu consigo definir eutrofização
- ☐ Eu posso sugerir formas de reduzir o escoamento nocivo

Apêndice

Folha de Registo da Experiência de Escoamento

Nome: _____ Data: _____ Membros do Grupo: _____

A Nossa Mini-Paisagem

Assinala o que usaste:

- ☐ Solo (terras agrícolas)
- ☐ Rochas (área urbana)
- ☐ Folhas (plantas)

O que adicionámos como “poluição”?

- ☐ Corante alimentar
- ☐ Pedacos de papel

Outros: _____

Observações

1. Clareza da água: (assinalar com um círculo)

Clara / Ligeiramente turva / Muito turva / Suja

2. A que velocidade se movia a água?

Devagar / Médio / Rápido

3. Quanta “poluição” foi transportada?

Nenhuma / Pouca / Alguma / Muita

O que viste? (Escreve ou desenha as tuas observações)

Teste da Luz (lanterna)

A luz podia passar facilmente através da água?

Sim / Um pouco / Não

O que é que isto significa?

Conclusão: O que aprendeste sobre o escoamento e a poluição?

Pensa bem: Para onde pode esta água poluída ir na vida real?

PLANO DE AULA 3. SOMOS GUARDIÕES DAS ERVAS MARINHAS

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Esta aula capacita os alunos a assumirem a responsabilidade pela proteção dos ecossistemas de ervas marinhas. Os alunos irão refletir sobre o que aprenderam e criar um pequeno projeto de conscientização ou ação, utilizando planos de aula anteriores sobre proteção costeira, escoamento, biodiversidade e conservação. Desenvolverão mensagens que promovam comportamentos sustentáveis e responsabilidade ambiental através de atividades colaborativas ao ar livre. A aula termina o módulo com uma nota de esperança, autonomia e responsabilidade.

Seguindo a estrutura e abordagem pedagógica deste plano de aula, os Professores podem também desenvolver planos de sensibilização adicional e orientados para a ação, inspirados nas atividades e nos temas apresentados no Currículo SEAQUEST para Professores. Estas podem incluir campanhas com alunos, ações de conservação da praia e da costa, e colaborações escolares-comunitárias, que incentivem a participação na proteção e restauro dos ecossistemas de ervas marinhas.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

- Identificar ações que ajudam a proteger as ervas marinhas
- Reconhecer que todos partilham responsabilidades pelos ecossistemas marinhos

Objetivos de Competências

- Crie uma mensagem de sensibilização para um público-alvo
- Desenhar um plano ambiental simples
- Comunique ideias científicas de forma clara e confiante

Atitudes e Valores

- Demonstrar orgulho em proteger o ambiente
- Valorizar o trabalho em equipa na resolução de problemas ambientais
- Demonstrar compromisso com um comportamento ambiental responsável

COMPETÊNCIAS ABORDADAS

Competências em Literacia Científica:

- Sintetizar conhecimento científico
- Comunicar conceitos ambientais
- Aplicar a aprendizagem científica a contextos do mundo real

Competências em Literacia Ambiental:

- Desenvolver gestão responsável e responsabilidade
- Identificar comportamentos sustentáveis
- Envolvimento na resolução de problemas ambientais

Competências Digitais

- Criar um vídeo curto de sensibilização ou cartaz digital (opcional)

Competências Sociais e Cívicas:

- Participar em discussões democráticas
- Colaborar em objetivos partilhados
- Compreender a responsabilidade coletiva e individual

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

- Papel de cartaz ou cartão
- Marcadores, tintas, lápis de cor
- Papel de notas autocolante (post-it)
- Espaço amplo (preferencialmente exterior) para exposição

Materiais Opcionais / Melhorados

- Tablets/câmaras para gravar mensagens de sensibilização. Os códigos QR para vídeos podem ser impressos e colados nos cartazes.



Figura 1. Exemplos de designs de cartazes de incentivo. Esta imagem foi gerada usando Inteligência Artificial.

IDEIAS DE CARTAZES PARA PROTEGER AS ERVAS MARINHAS

Use estas ideias como inspiração para o seu próprio design!

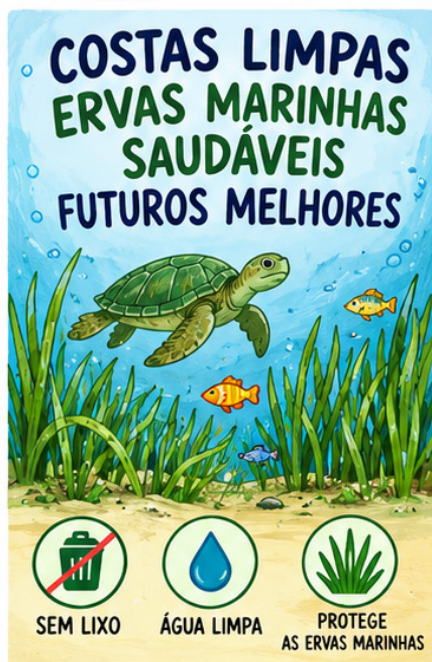


Figura 2. Exemplos de designs de cartazes de incentivo. Esta imagem foi gerada usando Inteligência Artificial.

- Exemplos de cartazes de campanhas ambientais (exemplos reais ou Figuras 1 e 2) para promover ideias e inspirar.
- Imagens de pradarias marinhas para inspiração

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Nome da Atividade/Título: **O Que Aprendemos?**

Descrição da Atividade:

Esta atividade de abertura dá aos alunos a oportunidade de ativar conhecimentos prévios e de verem quanto aprenderam com o módulo. Também cria um sentido de realização coletiva e estabelece um ambiente de reflexão para esta aula sobre ação e responsabilidade.

1. Os alunos sentam-se em círculo no exterior, numa área calma e aberta, para incentivar o envolvimento e o contacto visual.
2. O Professor introduz uma bola macia como um ‘objeto de fala’ para estruturar a vez e garantir um orador a cada tempo. “As ervas marinhas protegem as linhas costeiras da erosão” é um exemplo com que o Professor começa e atira gentilmente a bola a um aluno.
3. Cada aluno que recebe a bola refere uma coisa que aprendeu sobre ervas marinhas. As respostas podem ser factos científicos, processos ou conexões humanas. Se necessário, o Professor pode oferecer perguntas orientadoras, como “Como é que as ervas marinhas ajudam as pessoas?” ou “O que afeta a saúde das ervas marinhas?”

4. Depois de partilhar a sua frase, o aluno passa a bola a outro colega. E assim sucessivamente, até a maioria dos estudantes ter partilhado a sua frase.
5. O professor regista as ideias-chave numa grande folha ou quadro onde todos as possam ver, sob títulos como:
 - Defesa Costeira
 - Biodiversidade (áreas de maternidade)
 - Impactos Humanos e Poluição por Escocamento
 - Clima e armazenamento de carbono (se já discutido anteriormente)
 - Responsabilidade humana e conservação
 - O Professor faz então um breve resumo das ideias e mostra o quão interligadas estão e como se relacionam com questões ambientais do mundo real.

Reforço da mensagem:

“Se conhecemos algo, podemos protegê-lo.” Os estudantes precisam de saber que agora podem fazer a mudança acontecer com o que sabem, não apenas apontar problemas.

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Porque é que as ervas marinhas são importantes para as pessoas?
- Que problemas as ameaçam?
- As pessoas podem fazer a diferença?

Notas para o Professor:

Esta fase de envolvimento foi concebida para reativar aprendizagem prévia, construir confi-

ança e criar uma base partilhada antes de os alunos começarem a desenvolver os seus projetos finais de consciência ou de ação. Apoia a reflexão, reforça o vocabulário científico e ajuda os estudantes a reconhecer a natureza interligada dos sistemas humanos e dos ecossistemas.

Procure a menção de tópicos-chave:

- A erva marinha protege as linhas costeiras ao reduzir a energia das ondas e a erosão
- As raízes/rizomas estabilizam o sedimento e ajudam a manter o fundo marinho coeso
- A erva marinha fornece habitats e áreas de maternidade para a vida marinha
- Apoia as cadeias alimentares e a biodiversidade
- O escoamento de terra pode poluir a água e prejudicar as ervas marinhas (por exemplo, nutrientes, resíduos, sedimentos)
- Água límpida é necessária para a fotossíntese e sobrevivência das ervas marinhas
- As atividades humanas podem danificar ou proteger os ecossistemas de ervas marinhas
- A erva marinha ajuda na regulação climática (armazenamento de carbono)
- As pessoas dependem de costas saudáveis para segurança, alimentação e meios de subsistência

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **Discussão de Ideias dos Guardiões das Ervas Marinhas**

Descrição da Atividade:

Os alunos trabalham em pequenos grupos para responder:

“Como podemos proteger as ervas marinhas da nossa escola, casa ou comunidade?”

Grupos fazem discussão de ideias de ações práticas, tais como:

- Redução do lixo/resíduos
- Poupança de água
- Uso menor de químicos
- Ensino aos outros

Organizam as ideias por:

- Em Casa
- Na escola
- Na Comunidade

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Que pequenas ações podem prevenir os escoamentos de terra?
- Como podemos aumentar a consciencialização?
- Quem precisa de saber sobre ervas marinhas?

Notas para o Professor:

Esta atividade leva a aprendizagem desde a compreensão dos ecossistemas de ervas marinhas até à aplicação do conhecimento através da ação prática local. Os alunos são incentivados a perceber que a proteção ambiental não é apenas algo que acontece em ambientes marinhos ou científicos, mas que começa com

escolhas diárias em casa, na escola e na comunidade em geral. A ênfase está em parar os danos na origem – especialmente reduzindo os escoamentos, o lixo e o uso de químicos – as principais ameaças à saúde das ervas marinhas.

Incentive os alunos a pensar de forma prática e realista, e não a listar soluções idealizadas ou irrealistas. Peça-lhes que associem ideias ao que aprenderam sobre o escoamento (por exemplo, “Como é que esta ação impede a poluição de chegar ao mar?”). Ajude os grupos a organizar as ideias de forma clara sob as três categorias: Em Casa, Na Escola e Na Comunidade.

Incentive os alunos a adotarem medidas adequadas à idade, como reduzir o lixo, evitar químicos desnecessários e plantar vegetação. Se os grupos estiverem com dificuldades, use temas como: “O que poderíamos mudar na nossa rotina diária?” ou “Como podemos impedir que algo acabe nos ralos?”

Enfatizar que mesmo pequenas ações podem reduzir a poluição e proteger os ecossistemas de ervas marinhas, mantendo o foco no empoderamento. Promova o trabalho de equipa e certifique-se de que todos os alunos têm algo para acrescentar ao seu grupo.

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **Das Ideias à Campanha**

Descrição da Atividade

O Professor explica que a consciencialização ajuda as comunidades a mudar comportamentos.

Os alunos formam grupos e escolhem um dos projetos seguintes:

- Desenhar um cartaz de campanha
- Criar um breve discurso “Protejam as Nossas Ervas Marinhas”
- Gravar um vídeo de sensibilização de 1 minuto (se existirem ferramentas digitais disponíveis)
- Escreva uma carta às famílias sobre práticas para uma água límpida.

Explique que uma boa comunicação inclui:

- Mensagem clara
- Factos
- Tom positivo
- Chamada para ação

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Qual é a mensagem mais importante que as pessoas devem ouvir?
- Como podemos tornar a nossa mensagem clara e poderosa?
- Porque é que a língua positiva é importante?

Notas para o Professor:

Explique aos alunos que aumentar a conscientização é uma forma importante de proteger os ecossistemas das ervas marinhas, pois ajuda a mudar o comportamento das pessoas diariamente. Enfatize que a compreensão científica é mais poderosa quando é claramente partilhada com outros, e que mesmo simples mensagens podem ter um impacto real na comunidade. Ajude os alunos a refinar as ideias e a garantir que o projeto selecionado por eles (poster, discurso, vídeo ou carta) transmite uma única mensagem clara e focada, em vez de múltiplas mensagens.

Desafie os alunos a aplicar informações científicas rigorosas do módulo escoamento, poluição, sedimentação, erosão e o papel das ervas marinhas na proteção costeira. Diga-lhes: “A boa comunicação deve ser simples, factual e fácil de compreender para os outros”. Peça-lhes que pensem quem é o seu público e o que querem que o público faça com a mensagem.

Enfatize a importância de manter um tom positivo e orientado para a solução. Os alunos devem não só analisar os problemas, mas também demonstrar como pequenos passos práticos podem ajudar a proteger as ervas marinhas. Faça-lhes saber que usar uma linguagem clara, um vocabulário científico forte e um forte apelo à ação tornará a sua mensagem mais impactante e significativa.

FASE 4: ELABORAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **Trilho ao Ar Livre de Sensibilização para as Ervas Marinhas**

Descrição da Atividade:

1. Os alunos colocam os seus cartazes/discursos/cartas pelo recinto da escola.
2. Os grupos rodam e apresentam a sua mensagem.
3. Opção: Convide outra turma para percorrer o “Trilho de Sensibilização para as Ervas Marinhas”.

Os alunos explicam:

- Porque é que as ervas marinhas são importantes
- O que as ameaça
- O que as pessoas podem fazer

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Como foi ensinar os outros?
- Quais as ideias mais convincentes?
- O que pode acontecer se a nossa comunidade aceitar a ação?

Notas para o Professor:

Dê aos alunos tempo e espaço para exibirem os seus cartazes, discursos ou cartas de forma clara pela escola. Facilite a rotação para que cada grupo possa partilhar a sua mensagem e interação estruturada com os outros. Se for convidada outra turma, apoie a organização de um “Trilho de Sensibilização para as Ervas Marinhas”, garantindo uma transição suave entre as estações e que todos os alunos são envolvidos e respeitosos. Quando os alunos apresentarem,

peça-lhes que expliquem claramente porque é que as ervas marinhas são importantes, o que as ameaça e o que as pessoas podem fazer para as proteger, usando o vocabulário do módulo conforme apropriado.

Construa confiança na comunicação. Destaque que os alunos estão a agir como educadores ambientalistas, transmitindo ideias científicas importantes aos seus colegas. Após as apresentações, utilize questões orientadoras para ajudar os alunos a refletir. Exemplos incluem: - Como foi ensinar os outros? - Que ideias foram mais convincentes? - De que forma pode a ação da comunidade fazer a diferença? Mantenha o ambiente positivo e de celebração, reconhecendo o esforço, a criatividade e o trabalho de equipa.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Nome da Atividade/Título: **A Minha Promessa para as Ervas Marinhas**

Descrição de Atividade:

Os alunos escrevem uma declaração de compromisso pessoal:

“Prometo ajudar a proteger as ervas marinhas através de _____.”

Os alunos são convidados a escolher uma ação real e específica que possam fazer com base no que aprenderam ao longo do módulo (por exemplo, reduzir o lixo, usar menos plástico, espalhar sensibilização ou proteger a qualidade da água). Podem escrever a sua promessa num cartão e criar um “Muro de Compromissos” na sala de aula. Os alunos são então convidados a partilhar a sua promessa com o grupo (voluntariamente ou em pequenos círculos) para reforçar a responsabilização individual e partilhada.

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Qual é a coisa que podes fazer hoje para ajudar a proteger as ervas marinhas?
- O que podes fazer todos os dias para reduzir a poluição ou ter mares mais saudáveis?
- Porque é que cada ação, por mais pequena que seja, é importante para o ambiente?
- Como é que a tua promessa vai ajudar as pessoas, os animais ou o ambiente?

Notas para o Professor:

Declarações gerais. Ajude-os a unir as promessas às ideias do módulo tais como reduzir o escoamento, proteger habitats costeiros ou aumentar a consciencialização. Crie um sentido de resiliência coletiva ao expor ou discutir o

trabalho em grupo, mas permita que os alunos que queiram partilhem, para que se sintam confortáveis.

Fomente um ambiente de apoio e reflexão, ajudando os alunos a compreender que as ações individuais contribuem para uma mudança ambiental mais ampla quando todos contribuem numa comunidade. Lembre-lhes de que não queremos perfeição, queremos consciência e vontade de agir. Termine a aula com a nota positiva e motivadora de que os estudantes agora têm o conhecimento e a capacidade de serem agentes de mudança positiva para os ecossistemas e ambientes costeiros das ervas marinhas.

AVALIAÇÃO

1. Avaliação Formativa (Durante a Aula):

- Participação em discussões de ideias
- Colaboração durante a criação da campanha
- Rigor na informação partilhada em apresentações
- Qualidade do raciocínio nas discussões

2. Avaliação Sumativa (Fim da Aula)

Bilhete de Saída – Mensagem da Campanha (Uma Frase)

Escreve uma frase poderosa para uma campanha de proteção das ervas marinhas:

“ _____ ”

(A tua frase deve incluir porque é que as ervas marinhas se manifestam e/ou o que as pessoas devem fazer para as proteger)

Foco do Professor ao avaliar:

- Mensagem ambiental clara
- Inclui importância ou ameaça das ervas marinhas
- Sugere ação ou consciencialização
- Tom positivo e persuasivo

Evidências recolhidas:

- Rigor do conteúdo
- Competências de comunicação
- Aplicação da aprendizagem

CRITÉRIOS DE SUCESSO (Falando com os Alunos)

Para partilhar com os alunos no final da aula:

- ☐ Eu posso explicar porque é que as ervas marinhas são importantes
- ☐ Eu posso descrever as formas como os humanos afetam as ervas marinhas
- ☐ Eu posso sugerir ações para proteger as ervas marinhas
- ☐ Eu posso criar uma mensagem para incentivar os outros a preocuparem-se

B7.

MÓDULO TEMÁTICO 7: AS ERVAS MARINHAS ESTÃO EM GRANDE PARTE INEXPLORADAS

Damla Kiral

STANDO LTD, CHIPRE

Anna Nicolaou

STANDO LTD, CHIPRE

Merve Buba

STANDO LTD, CHIPRE



PLANO DE AULA 1. EQUIPAS DE CIÊNCIA DAS ERVAS MARINHAS E TECNOLOGIA OCEÂNICA

DURAÇÃO: 45 MINUTOS

RESUMO DA AULA

Nesta aula, os alunos descobrem como os cientistas utilizam tecnologias modernas— como satélites, drones e veículos subaquáticos — para estudar pradarias de ervas marinhas. Aprendem que muitos tipos diferentes de especialistas trabalham em conjunto para compreender e proteger as ervas marinhas. Através de uma atividade de interpretação de papéis, os estudantes formam “Equipas de Investigação de Ervas Marinhas” interdisciplinares e trabalham em colaboração para analisar um verdadeiro desafio de monitorização. Esta aula conclui o módulo transmitindo que a proteção das ervas marinhas requer tecnologia, trabalho em equipa e responsabilidade partilhada.

OBJETIVOS DA AULA

Objetivos de Conhecimento

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Identificar exemplos de tecnologias usadas para estudar ervas marinhas (satélites, drones, sonar)
- Reconhecer que a investigação sobre ervas marinhas envolve colaboração entre cientistas de diferentes disciplinas
- Explicar por que o trabalho de equipa interdisciplinar conduz a uma melhor compreensão científica e a uma conservação mais eficaz

Objetivos de Competências

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Interpretar dados visuais simples (mapas ou imagens aéreas)
- Trabalhar de forma colaborativa dentro dos papéis de especialistas atribuídos, contribuir de forma significativa para as decisões de grupo
- Apresentar os resultados do grupo de forma clara

Atitudes e Valores

No final desta aula, os alunos serão capazes de:

- Reconhecer a importância do trabalho de equipa na ciência
- Desenvolver respeito por diferentes papéis e contribuições
- Valorizar a tecnologia como ferramenta de proteção ambiental

COMPETÊNCIAS ABORDADAS

Competências em Literacia Científica:

- Compreender como as ferramentas científicas ajudam a recolher dados
- Conectar a evidência às conclusões
- Resolver problemas através da colaboração

Competências em Literacia Ambiental:

- Reconhecer como a atividade humana afeta os ecossistemas de ervas marinhas e a necessidade de monitorização contínua
- Compreender que a conservação requer planeamento e investigação

Competências Digitais

- Interpretar imagens aéreas simples
- Aumentar a consciencialização para a gama de tecnologias digitais e de deteção remota disponíveis para a monitorização das ervas marinhas

Competências Sociais e Cívicas:

- Trabalho colaborativo em equipa
- Responsabilidade da função desempenhado
- Comunicação respeitosa e tomada de decisões partilhadas

MATERIAIS E RECURSOS

Materiais Necessários

- Imagens aéreas impressas de uma pradaria marinha (antes & depois da mudança) – Ver Figura 1
- Cartões de função (Biólogo, Engenheiro, Cientista de Dados, Líder Comunitário, Mergulhador)
- Papel de cartaz grande
- Marcadores e lápis
- Cartões simples de factos que descrevem cada função

Materiais Opcionais/Avançados

- Vídeo curto e adequado para crianças sobre drones subaquáticos <https://www.youtube.com/shorts/Wxv2dwekeW8> (vídeo de 1 minuto)
- Tablets para ampliar mapas digitais ou o Google Earth para explorar vistas por satélite de áreas costeiras https://earth.google.com/web/search/seagrass/@35.08899515,32.30432273,-0.1883626a,916.33232415d,35y,0h,0t,0r/data=CiwiJgokCXS6XeqjUFAEZ2qC1_djEFAGbWZZoGyJUBAIQE1opK8l0BAQgIIA-ToDCgEwQgIIAEoNCP_____wEQAA
- Exemplo de uma imagem de sonda (sonar) simplificada para mostrar como os dados de profundidade são recolhidos



Figura 1. Imagem mostrando a distribuição de uma pradaria de ervas marinhas num local costeiro, no estado atual e no seu estado projetado para daqui a 20 anos. Esta imagem foi gerada usando Inteligência Artificial

ESTRUTURA DA AULA E ATIVIDADES

FASE 1: ENVOLVIMENTO

Atividade: **Como vemos debaixo de água?**

- Exiba uma imagem aérea ou de satélite de uma linha costeira com áreas de ervas marinhas claramente destacadas.
- **Pergunte:** *“Como é que os cientistas tiraram esta fotografia se as ervas marinhas vivem debaixo de água?”*
- Introduza explicações visuais simples das principais tecnologias de monitorização (ver Notas para o Professor abaixo).
- Explique que nenhum cientista consegue fazer tudo sozinho – diferentes especialistas trabalham em colaboração para formar equipas de investigação.

Perguntas Orientadoras/Inquéritos

- Podemos ver ervas marinhas a partir do espaço? Como?
- Que ferramentas podem ajudar os cientistas a estudar plantas que vivem debaixo de água?
- Porque é que um cientista não seria suficiente para estudar uma pradaria inteira de ervas marinhas?

Notas para o Professor:

Introduza quantas das seguintes tecnologias forem apropriadas para o seu grupo, mantendo as explicações simples e visuais. Use imagens ou pequenos vídeos para mostrar como as ferramentas são usadas na vida real. Evite linguagem técnica pesada. O conceito-chave é que as ferramentas ajudam os cientistas a recolher informação de forma segura, rigorosa e em escalas que seriam impossíveis de estudar manualmente.

Mapeamento e monitorização das pradarias marinhas:

- **Satélites:** Detetam distribuição de ervas marinhas, densidade e alterações ao longo do tempo usando assinaturas espectrais (de luz) visíveis a partir da órbita.
- **Drones:** Fornecem imagens aéreas detalhadas de zonas costeiras rasas e são ideais para estudos de pequena escala ou de seguimento.
- **Imagiologia Especializada:** Frequentemente sensores hiper-espectrais aéreos ou baseados em drones que diferenciam espécies com base em reflexões precisas de luz e avaliam a saúde fisiológica através da análise das características de absorção da luz.

Observação e monitorização subaquática:

- **Câmaras subaquáticas & GoPros:** Usadas para levantamentos rápidos e não destrutivos para monitorizar a biodiversidade e identificar perturbações.
- **Levantamentos SCUBA & amostragem com quadrado:** Os cientistas mergulham para medir diretamente a cobertura de ervas marinhas e a densidade dos rebentos, identificam a composição das espécies e recolhem amostras.
- **Sistemas Acústicos (Sonar):** Cria imagens de alta resolução do fundo do mar
- **ROVs (Veículos Operados Remotamente):** Os investigadores podem explorar áreas mais profundas ou de difícil acesso em segurança, sem necessidade de mergulhar.

Qualidade da água e sensores ambientais:

- **Turbidez e sensores de luz:** Rastreiam a quantidade de luz solar que chega às ervas marinhas, que é essencial para a fotossíntese
- **Sondas de qualidade da água:** Monitorizam os principais parâmetros, incluindo nutrientes, oxigénio dissolvido e pH, que indicam poluição e eutrofização.
- **Registos de temperatura e salinidade:** Registam alterações ambientais que podem afetar as ervas marinhas.
- **Análise laboratorial:** Usada para examinar amostras de ervas marinhas (análise de nutrientes, carga de epífitos, deteção de contaminantes, biomassa e produtividade, etc.)

FASE 2: EXPLORAÇÃO

Atividade: Equipas de Investigação de Ervas Marinhas

- Divida os alunos em pequenos grupos (idealmente 5 alunos por grupo, um por função).
- Atribua a cada aluno um cartão de funções e a folha informativa correspondente:
 - **Biólogo:** Estuda as plantas, animais e a estrutura geral, função e saúde do ecossistema
 - **Engenheiro:** Concebe, implementa e mantém ferramentas de monitorização como drones e sensores
 - **Cientista de dados:** Analisa imagens de satélite, fotografias aéreas e dados de campo para identificar padrões e tendências
 - **Mergulhador:** Conduz observações diretas subaquáticas e recolhe amostras físicas
 - **Líder Comunitário:** Representa as comunidades locais, comunica os resultados da investigação e contribui para as decisões
- Forneça a cada equipa duas imagens impressas (Figura 1): uma imagem de distribuição de ervas marinhas do ano corrente (ANO 1) e uma imagem daqui a 20 anos (ANO 20) mostrando um declínio evidente.
- Cada equipa discute e regista as suas respostas em papel de cartaz:

- O que mudou entre o ANO 1 e o ANO 20?
- O que poderá ter causado estas mudanças?
- O que deve a equipa fazer a seguir? O que recomenda cada especialista?

Perguntas Orientadoras/Inquérito

- Que diferenças conseguem ver entre as duas imagens?
- Que informação específica contribui o papel que desempenham para a compreensão da equipa?
- Como é que a vossa equipa pode combinar as diferentes perspetivas para encontrar uma solução?

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Que pequenas ações podem prevenir o escoamento terrestre?
- Como podemos aumentar a consciencialização?
- Quem precisa de saber sobre ervas marinhas?

Notas para o Professor:

Incentive os alunos a falarem a partir da sua perspetiva de especialista atribuída, em vez de oferecer apenas opiniões pessoais. Lembre à turma que todos os papéis são igualmente importantes. Circule entre grupos para incentivar alunos mais calados e desafie grupos que terminem mais cedo com: “O que precisariam de saber para ter mais certeza das vossas conclusões?”

FASE 3: EXPLICAÇÃO

Atividade: **Why Teams Matter**

- Cada grupo apresenta o seu poster à turma, explicando o que encontrou e o que recomenda.
- O Professor facilita uma breve discussão em aula, destacando as ideias-chave:
 - A tecnologia expande o que os cientistas conseguem observar e medir
 - Cada especialista traz um tipo diferente de conhecimento e perspetiva
 - Trabalhar em conjunto produz conclusões mais completas e fiáveis
- Conecte-os de novo ao princípio-chave do módulo: há muito para aprender sobre as ervas marinhas, razão pela qual a investigação e monitorização contínuas são tão importantes.

Perguntas Orientadoras/Inquérito:

- Poderia um único especialista ter resolvido este problema sozinho? Porquê ou por que não?
- Como é que a tecnologia tornou o trabalho da equipa mais fácil ou mais rigoroso?
- O que poderá acontecer a uma pradaria marinha se ninguém a estiver a monitorizar?

Notas para o Professor:

Destaque o tema da responsabilidade partilhada: proteger um ecossistema não é função de uma única pessoa ou profissão. Reforce que quanto mais compreendermos sobre ervas marinhas, mais preparados estaremos para as proteger. Se os alunos tiverem conclusões difer-

entes nos seus grupos, esta é uma boa oportunidade para discutir como os cientistas comparam e avaliam as evidências antes de chegar a um consenso.

FASE 4: ELABORAÇÃO

Atividade: : **Desenhar uma Ferramenta Futura**

- Os alunos trabalham individualmente para desenhar ou projetar uma “Ferramenta de Investigação Futura das Ervas Marinhas”.
- Eles rotulam o seu projeto com:
 - O que faz
 - Como recolhe ou transmite dados
 - Quem a usaria (qual o papel do especialista)
- Os alunos partilham brevemente as suas invenções com um parceiro ou com a turma.

Perguntas Orientadoras/Inquérito

- Que problema resolveria a vossa ferramenta que as ferramentas atuais não conseguem?
- Voaria, flutuaria, mergulharia ou orbitaria no espaço? Como funcionaria?
- Como é que isso ajudaria os cientistas a aprender mais sobre ervas marinhas?

Notas para o Professor:

Estimule o pensamento criativo e imaginativo, mas incentive gentilmente os alunos a ligar as suas ideias às necessidades genuínas de monitorização discutidas anteriormente na aula. Aceite todas as ideias – o objetivo é consolidar a aprendizagem através da criação de aplicações técnicas, não testar a precisão técnica.

FASE 5: AVALIAÇÃO

Atividade: **Reflexão da Equipa Científica**

Descrição da Atividade:

Os alunos completam uma pequena reflexão individual (escrita ou desenhada), registando:

- Uma tecnologia que os cientistas usam para estudar ervas marinhas
- Um papel de especialista encontrado numa equipa de investigação de ervas marinhas
- Uma das razões pelas quais o trabalho de equipa é importante na investigação científica

Perguntas Orientadoras/Inquérito

- Qual foi a coisa mais importante que aprenderam hoje sobre o estudo das ervas marinhas?
- Que papel de especialista acharam mais interessante e porquê?
- Por que é importante que cientistas com diferentes experiências trabalhem em conjunto?

Notas para o Professor:

À medida que os alunos concluem os seus estudos, ouça evidências de que compreendem a investigação como um processo contínuo e colaborativo. Alguns alunos podem preferir desenhar em vez de escrever – ambas são formas igualmente válidas de resposta. Recolha reflexões para usar como uma verificação rápida sobre a compreensão individual.

AVALIAÇÃO

1. Avaliação Formativa:

- Observação do Professor da participação do aluno durante o jogo de papéis e discussões em grupo
- Qualidade e profundidade do contributo dados nas funções de especialista
- Observações durante as apresentações em grupo: rigor do conteúdo, uso do vocabulário-chave e clareza da explicação

2. Avaliação Sumativa

Tipo de Avaliação: Desenho do Conceito com Explicação Curta

Os alunos submetem:

- Um desenho rotulado da sua “Ferramenta de Investigação Futura de Ervas Marinhas” (da Fase 4)
- Uma breve resposta ao questionário: “Porque é que os cientistas usam tecnologia e trabalho de equipa para estudar as ervas marinhas?”

Provas recolhidas:

- Compreensão do papel da tecnologia na monitorização de ervas marinhas
- Reconhecer o valor da colaboração interdisciplinar
- Uso apropriado do vocabulário-chave: tecnologia, monitorização, investigação, dados, colaboração, ecossistema
- Capacidade de ligar ferramentas científicas e trabalho de equipa a resultados de proteção ambiental

CRITÉRIOS DE SUCESSO (Falando com os Alunos)

Partilhar a seguinte lista de verificação com os alunos no final da aula:

- ☐ Eu posso nomear pelo menos uma ferramenta que os cientistas usam para estudar ervas marinhas.
- ☐ Eu posso explicar porque é que as equipas de investigação em ervas marinhas incluem especialistas com diferentes competências.
- ☐ Eu posso descrever como a tecnologia ajuda os cientistas a proteger os ecossistemas marinhos.
- ☐ Eu consigo trabalhar em equipa para analisar um problema e sugerir soluções.

FONTES DAS IMAGENS

Amoutzopoulou-Schina, H., 2007. The meadows of marine phanerogams in Pagasitikos Gulf. PhD Thesis, Aristotle University of Thessaloniki, School of Biology, Institute of Botany, Thessaloniki, p. 322 (in greek).

Collier, C.J., Langlois, L.M., McMahon, K.M., Udy, J., Rasheed, M., Lawrence, E., Carter, A.B., M.W. Fraser, M.W., McKenzie, L.J., 2021. What lies beneath: Predicting seagrass below-ground biomass from above-ground biomass, environmental conditions and seagrass community composition. *Ecological Indicators* 121, 107156

Green, E.P., Short, F.T., 2003. World Atlas of Seagrasses. University of California press, London, England, pp. 298.

Heck Jr., K.L., Carruthers, T.J.B., Duarte, C.M., R. Hughes, Kendrick, G., Orth, R.J., Williams, S.W., 2008. Trophic transfers from seagrass meadows subsidize diverse marine and terrestrial consumers. *Ecosystems* 11, 1198-1210.

Kevrekidis, T., Boubonari, T., Malea, P., Mogias, A., Apostoloumi, C., Kevrekidou, A. (2024). Exploring the coastal lagoons. *Hellenic Foundation for Research and Innovation (HFRI)*, 75 p. (in greek). <https://bluenodes.eled.duth.gr/>

Kevrekidou, A., Assimopoulou, A.N., Trachana, V., Stagos, D., Malea, P., 2024. Antioxidant activity, inhibition of intestinal cancer cell growth and polyphenolic compounds of the seagrass *Posidonia oceanica*'s extracts from living plants and beach casts. *Marine Drugs* 22(3), 130.

Kim, J.-H., Kim, S.H., Kim, Y.K., Park, J.-I., Lee, K.-S., 2016. Growth dynamics of the seagrass *Zostera japonica* at its upper and lower distributional limits in the intertidal zone. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 175, 1-9.

Malea, P., Mylona, Z., Kevrekidis, T., 2019. Trace elements in the seagrass *Posidonia oceanica*: Compartmentation and relationships with seawater and sediment concentrations. *Science of the Total Environment* 686, 63-74.

Murphy, G.E.P., Dunic, J.C., Adamczyk, E.M., Bittick, S.J., Côté, I.M., Cristiani, J., Geissinger, E.A., Gregory, R.S., Lotze, H.K., O'Connor, M.I., Araújo, C.A.S., Rubidge, E.M., Templeman, N.D., Wong M.C., 2021. From coast to coast: ecology and management of seagrass ecosystems across Canada. *FACETS* 6: 139-179.

FONTES DAS IMAGENS

Short, F., Carruthers, T., Dennison, W., Waycott, M., 2007. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 350, 3 - 20.

Strydom, S., McCallum, R., Lafratta, A., Webster, C.L., O'Dea, C.M., Said, N.E., Dunham, N., Inostroza, K., Salinas, C., Billinghamurst, S., Phelps, C.M., Campbell, C., Gorham, C., Bernasconi, R., Frouws, A.M., Werner, A., Vitelli, F., Puigcorbé, V., D'Cruz, A., McMahon, K.M., Robinson, J., Huggett, M.J., McNamara, S., Hyndes, G.A., Serrano, O., 2023. Global dataset on seagrass meadow structure, biomass and production. *Earth System Science Data* 15, 511-519.

Algaebase

<https://www.algaebase.org/>

Ocean Image Bank

<https://oceanimagebank.theoceanagency.org>

Seagrass-Watch

<https://www.seagrasswatch.org/>



DESENVOLVER A LITERACIA SOBRE ERVAS MARINHAS



seaquestproject.eu



**Cofinanciado pela
União Europeia**

Financiado pela União Europeia. As opiniões e os pontos de vista expressos são, contudo, da exclusiva responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem necessariamente os da União Europeia ou da Agência Nacional Erasmus+ e do Corpo Europeu de Solidariedade. Nem a União Europeia nem a entidade que concedeu a subvenção podem ser responsabilizadas por essas opiniões e pontos de vista.