

ALICE BALDIM TRISTÃO

ARIADNE DO NASCIMENTO

STELLA RÚBIA VIEIRA DE OLIVEIRA

**DIVERSIDADE DE INVERTEBRADOS
ASSOCIADOS A MACRÓFITAS AQUÁTICAS EM
MICROCOSMOS: UMA ABORDAGEM DIDÁTICO-
ECOLÓGICA**

São Paulo – SP

2025



Agradecimentos

Agradecemos, com muito carinho e reconhecimento, ao Prof. Dr. André Perticarrari pelo incentivo constante à pesquisa e por todas as contribuições que foram essenciais ao longo do desenvolvimento deste trabalho. Sua orientação atenta, sempre acompanhada de um diálogo acolhedor e gentil, ajudou-nos a ampliar nossa capacidade crítica e a compreender melhor o universo científico.

Sua postura inspiradora como pesquisador e educador, aliada ao cuidado e ao compromisso com a formação discente, torna o ambiente acadêmico mais leve e motivador. Somos profundamente gratas pelo apoio, pela confiança e pela forma tão humana e inspiradora com que nos impulsiona a continuar crescendo no campo educacional e científico e também como futuras profissionais.

Agradecemos à Prof. Dra. Caroline Arantes Magalhães por sua orientação dedicada e por ter acompanhado de perto nossa formação ao longo de toda a graduação. Como professora de estágio, desempenhou um papel fundamental em nosso desenvolvimento profissional, oferecendo ensinamentos valiosos e contribuindo de maneira significativa para a construção de nossa prática docente.

Somos especialmente gratas pela forma como, ao longo de nossa formação, nos ensinou a compreender e a vivenciar uma educação mais libertadora e emancipatória. Seu compromisso com o ensino e sua dedicação constante deixaram uma marca significativa em nossa trajetória, inspirando-nos a olhar para a prática educativa com mais criticidade e responsabilidade.

Registrarmos nossos agradecimentos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), Campus São Paulo, por proporcionar um ambiente acadêmico rico em oportunidades de aprendizagem, pesquisa e desenvolvimento profissional, que foi fundamental para a realização deste trabalho e para a consolidação de nossa formação.

Com carinho,
Alice Baldim Tristão
Ariadne do Nascimento
Stella Rúbia Vieira de Oliveira



Sumário

1. **Prefácio;**
2. **Introdução;**
3. **Objetivos;**
4. **Fundamentação teórica;**
5. **Metodologia;**
6. **Resultados;**
7. **Considerações finais;**
8. **Referências bibliográficas;**
9. **Anexo.**





1. Prefácio

A presente sequência didática resulta de um processo formativo desenvolvido no âmbito da disciplina Práticas Pedagógicas de Zoologia, componente curricular do oitavo semestre do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (Campus São Paulo). Elaborada pelas estudantes Alice Baldim Tristão, Ariadne do Nascimento e Stella Rúbia Vieira de Oliveira, a proposta insere-se em uma perspectiva que articula fundamentos teóricos e práticas pedagógicas voltadas ao ensino de Zoologia em sua complexidade ecológica e interdisciplinar.

A disciplina foi ministrada pelo Prof. Dr. André Perticarrari, cuja trajetória acadêmica e profissional sustenta uma ampla experiência na interface entre a pesquisa em ensino de Ciências e a formação inicial e continuada de professores. Com graduação em Ciências Biológicas, especialização em Ensino de Biologia e mestrado e doutorado em Biologia Comparada (ênfase em Limnologia) pela Universidade de São Paulo (USP), o docente desenvolveu atividades de pesquisa, docência e extensão em diferentes instituições e projetos de relevância nacional. Atuou como educador na Casa da Ciência do Hemocentro de Ribeirão Preto/FMRP-USP (CEPID e INCT), onde também realizou pós-doutoramento na área de Ensino de Ciências e Biologia, como bolsista CNPq, dedicando-se à análise de processos de ensino-aprendizagem em espaços não formais de educação e à elaboração de iniciativas de difusão e divulgação científica voltadas ao ensino básico.

Sua experiência ainda abrange o ensino de pós-graduação, tendo sido responsável pela disciplina Ação docente na iniciação científica no programa de pós-graduação da FMRP-USP e pelo curso de Especialização em Divulgação Científica do Hemocentro de Ribeirão Preto. Atualmente, como docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, campus São Paulo, atua tanto na graduação em Ciências Biológicas quanto no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do IFSP, desenvolvendo pesquisas centradas no Ensino de Ciências e Biologia, com ênfase na Aprendizagem Baseada em Modelos (MBLT). Além disso, dedica-se às áreas de divulgação científica e ao ensino em ambientes não formais, contribuindo para a ampliação de perspectivas metodológicas e epistemológicas no campo da educação científica.

A sequência didática aqui apresentada emergiu de discussões teórico-práticas desenvolvidas ao longo da disciplina, as quais buscaram integrar abordagens pedagógicas contemporâneas ao ensino de Zoologia, conferindo especial atenção à dimensão ecológica dos conteúdos abordados. Assim, este material configura-se como um produto acadêmico-pedagógico que evidencia o diálogo entre teoria, prática e pesquisa, contribuindo para o aprimoramento da formação docente e para a construção de estratégias de ensino mais contextualizadas, críticas e significativas.

E-mail para contato:

Prof. Dr. André Perticarrari - aperticarrari@ifsp.edu.br

Alice Baldim Tristão - alice.baldim283@gmail.com

Ariadne do Nascimento - ariadne.nas@gmail.com

Stella Rúbia Vieira de Oliveira - stellarubiaorion@gmail.com

2. Introdução



- Os ecossistemas aquáticos constituem ambientes complexos e dinâmicos, marcados pela interação contínua entre fatores físicos, químicos e biológicos que sustentam uma expressiva diversidade de organismos. Entre os elementos estruturantes que contribuem para a estabilidade e produtividade desses ambientes destacam-se as macrófitas aquáticas, plantas que vivem total ou parcialmente submersas e que desempenham funções essenciais na organização do habitat. Suas raízes, caules e folhas modificadas criam zonas de abrigo e alimentação que favorecem a colonização por uma rica fauna de invertebrados – incluindo rotíferos, nematoides, anelídeos, moluscos e larvas de insetos – ampliando a complexidade ecológica do sistema.
- Como ressaltam Albertoni *et al.* (2007, p. 2), “as macrófitas aquáticas fornecem abrigo, alimento e substrato para uma ampla variedade de invertebrados, sendo fundamentais na estruturação da comunidade aquática e na qualidade ambiental dos ecossistemas”. Essa afirmativa evidencia o papel ecológico dessas plantas, cujas estruturas influenciam processos como ciclagem de nutrientes, sucessão ecológica e relações tróficas. A diversidade e a abundância dos invertebrados associados às macrófitas também refletem condições físico-químicas da água – oxigênio dissolvido, pH, turbidez – possibilitando identificar alterações ambientais e avaliar a qualidade dos corpos hídricos.
- A compreensão das interações entre macrófitas e invertebrados configura, assim, um cenário privilegiado para o ensino de Ecologia e Zoologia de Invertebrados no Ensino Médio, especialmente no 2º ano, quando habilidades previstas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como EM13CNT202 e EM13CNT203, orientam a análise das relações ecológicas e a investigação de variáveis ambientais. Trabalhar com microcosmos aquáticos aproxima os estudantes do processo científico ao permitir que observem organismos reais, formulem hipóteses, comparem estruturas vegetais e interpretem padrões ecológicos concretos.
- Diante disso, o presente trabalho propõe uma atividade didática investigativa baseada na construção de um aquário experimental contendo diferentes espécies de macrófitas – *Pistia stratiotes* (alface-d’água), *Eichhornia crassipes* (aguapé), *Equisetum sp.* (cavalinha) e *Ceratophyllum demersum* (rabo-de-raposa) – acompanhada de uma sugestão de roteiro de observação e análise (Anexo). A variedade de plantas utilizadas permite explorar como diferentes características morfológicas influenciam a composição e a abundância dos invertebrados associados, favorecendo o desenvolvimento de habilidades científicas relacionadas à observação sistemática, à comparação de dados, à elaboração de explicações e à interpretação de relações ecológicas.
- A proposta possui relevância ecológica e pedagógica, pois articula princípios científicos a uma metodologia acessível, de baixo custo e alto potencial formativo. Ao promover o contato direto dos estudantes com organismos vivos e processos naturais, a atividade estimula a curiosidade, o pensamento crítico e a construção contextualizada do conhecimento. Dessa forma, integra-se a uma perspectiva interdisciplinar e investigativa de ensino, contribuindo para valorizar a biodiversidade e fortalecer a compreensão sobre a conservação dos ecossistemas aquáticos.



3. Objetivos

Objetivo geral:

O objetivo desse trabalho foi desenvolver e propor uma atividade didática de caráter investigativo, fundamentada na construção de um microcosmo aquático (aquário experimental) contendo diferentes espécies de macrófitas, acompanhada de um roteiro de observação e análise, com o propósito de favorecer a compreensão das interações ecológicas entre plantas e invertebrados aquáticos, bem como de promover a integração entre teoria e prática no ensino de Ciências e Biologia.

Objetivos específicos:

- Estruturar uma proposta didática acessível, baseada na elaboração de um aquário experimental, que possa ser aplicada no ensino básico como instrumento para a abordagem dos conceitos de ecossistema, biodiversidade e interações ecológicas.
- Elaborar um roteiro de observação e análise que possibilite ao estudante realizar a identificação dos principais grupos de invertebrados associados às macrófitas, compreendendo suas relações tróficas e funcionais no ambiente aquático.
- Analisar o potencial pedagógico das macrófitas aquáticas como recurso didático para a contextualização dos conteúdos de Ecologia e Zoologia de Invertebrados, destacando sua relevância ecológica e o papel que desempenham na qualidade ambiental.
- Estimular práticas educativas pautadas na investigação e na experimentação, de modo a aproximar os estudantes da natureza do trabalho científico e fomentar o pensamento crítico e a alfabetização científica.
- Contribuir para a formação docente ao oferecer um modelo de prática pedagógica que une rigor metodológico, baixo custo operacional e potencial de engajamento, favorecendo a interdisciplinaridade entre Ecologia, Biologia e Educação Ambiental.

4. Fundamentação teórica



- Os ecossistemas aquáticos são sistemas de elevada complexidade, resultantes das interações dinâmicas entre componentes bióticos (seres vivos) e abióticos (físico-químicos) que mantêm a biodiversidade e os ciclos biogeoquímicos. Nesse contexto, as macrófitas aquáticas, plantas que vivem total ou parcialmente submersas ou flutuantes, assumem papel central como um alicerce do ecossistema, ao contribuírem para a estabilidade estrutural, a produtividade primária e a provisão de micro-hábitats para fauna associada (Gonçalves, 2016).
- Por definição, as macrófitas adaptam-se ao ambiente aquático com raízes, caules ou folhas modificadas, e sua presença influencia significativamente a qualidade da água e a composição das comunidades aquáticas (Thomaz & Bini, 2003). Estas plantas fornecem abrigo, alimento e substrato para uma diversidade de invertebrados aquáticos – como protozoários, rotíferos, oligoquetas, moluscos e insetos – em diferentes fases do seu ciclo de vida. Assim, ampliam a heterogeneidade do habitat e modulam processos ecológicos cruciais como a ciclagem de nutrientes e as interações tróficas (Alberttoni *et al.*, 2007).

A relação entre macrófitas e invertebrados bentônicos tem sido amplamente estudada na ecologia de comunidades, porque os invertebrados respondem rapidamente a mudanças ambientais e funcionam como bioindicadores da qualidade da água (Rodrigues & Maltchik, 2007; Callisto *et al.*, 2001). Por exemplo, a presença de densas raízes de macrófitas flutuantes acumulou mais de 13.000 espécimes de macroinvertebrados em somente 100 g de peso seco de planta, em estudo de reservatório subtropical no Brasil (Novack, 2019), evidenciando a intensa associação planta-animal e seu potencial para monitoramento ecológico.

No âmbito do ensino de Ciências, a abstração inerente aos conceitos de Ecologia e Zoologia de Invertebrados pode dificultar o aprendizado em contextos escolares. A literatura do campo aponta que a aprendizagem científica significativa exige situações que articulem conhecimento prévio, experimentação e problematização (Ausubel, 2003; Mortimer & Scott, 2002). Assim, a abordagem investigativa e o uso de atividades experimentais simples são estratégias eficazes para desenvolver pensamento crítico e alfabetização científica (Carvalho, 2018), ao mesmo tempo em que promovem protagonismo discente, de acordo com as diretrizes da BNCC.

A realização de atividades práticas, como a montagem de microcosmos aquáticos contendo macrófitas e invertebrados, cria condições favoráveis para que os estudantes se aproximem das características fundamentais do trabalho científico. Ao observar organismos, descrever fenômenos, levantar hipóteses e interpretar relações ecológicas, os alunos vivenciam etapas centrais do processo investigativo, tal como destacado por Hodson (1994). Essas experiências contribuem para uma compreensão mais elaborada da natureza da ciência, na perspectiva de que o conhecimento científico é construído, interpretativo e provisório (Driver *et al.*, 1999).



4. Fundamentação teórica

7

Nesse contexto, as atividades investigativas assumem papel estruturante. Conforme discutem Zompero e Laburú (2016), propostas que envolvem investigação promovem o desenvolvimento de competências essenciais ao pensamento científico, entre elas a análise de variáveis, a argumentação embasada em evidências e a resolução de problemas reais. Ao manipular experimentalmente fatores ambientais – como luz, nutrientes ou perturbações físicas – e observar seus efeitos sobre a comunidade do microcosmo, o estudante ultrapassa a mera descrição e passa a realizar inferências que articulam teoria e prática de maneira crítica.

A análise dessas variações ambientais facilita também a compreensão de conceitos ecológicos complexos, ao permitir que os estudantes identifiquem relações entre fenômenos observáveis em pequena escala e problemáticas ambientais amplas, como eutrofização, desequilíbrios tróficos ou perda de biodiversidade. Dessa forma, a sequência didática potencializa a autonomia intelectual dos alunos e os insere em um processo investigativo que espelha, em proporções adequadas ao contexto escolar, o modo como a ciência é produzida.

A proposta encontra sustentação adicional na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003). Para o autor, novos conhecimentos são integrados de forma mais consistente quando se apoiam em subsunções, isto é, estruturas cognitivas pré-existentes capazes de dar sentido ao conteúdo aprendido. No caso desta sequência, os subsunções relevantes incluem noções prévias sobre relações ecológicas, fatores abióticos e dinâmica populacional, as quais funcionam como ancoradouros que permitem interpretar coerentemente as mudanças observadas no microcosmo. Ao relacionar experiência empírica e conhecimento prévio, a atividade investigativa fortalece a organização cognitiva dos alunos e torna mais duradoura a aprendizagem.

Esse movimento é reforçado pela abordagem investigativa, que, conforme argumentam novamente Zompero e Laburú (2016), favorece a mobilização ativa desses subsunções ao exigir que os estudantes formulam hipóteses, justifiquem explicações e revisem concepções à luz dos resultados obtidos. Assim, conceitos abstratos da Ecologia ganham materialidade e relevância, consolidando a aprendizagem por meio da interação entre manipulação experimental, análise crítica e reconstrução conceitual.

Além disso, ao articular investigação científica e questões ambientais, a proposta se aproxima do que defendem Krasilchik (2008) e Cachapuz *et al.* (2011): práticas de Ciências que dialogam com problemas socioambientais promovem não apenas compreensão conceitual, mas também o desenvolvimento de competências sociais, comunicativas e atitudinais, essenciais à formação cidadã. A reflexão sobre impactos antrópicos, mudanças nos habitats e perturbações ambientais amplia o olhar dos estudantes para além do experimento, permitindo que reconheçam implicações ecológicas no contexto de seu território.

Assim, a montagem de um microcosmo aquático constitui uma estratégia didática que integra conceitos ecológicos, procedimentos experimentais e reflexão ambiental. Dessa forma, a fundamentação aqui apresentada evidencia a relevância das macrófitas aquáticas como recurso para o ensino investigativo de Ecologia e Invertebrados, promovendo uma aprendizagem significativa, contextualizada e alinhada à formação crítica e interdisciplinar dos estudantes.

5. Metodologia



- O experimento foi desenvolvido a partir da montagem de aquários de vidro com capacidade de 10 litros, utilizados como microcosmos aquáticos. Para sua constituição, empregaram-se macrófitas – *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*, *Equisetum sp.* e *Ceratophyllum demersum* – imersas em água coletada de um corpo hídrico natural, como rio, lagoa ou lago. A manutenção dos sistemas exigiu o uso de aeradores, pinças, bêqueres, lâminas, lamínulas, microscópios, termômetro e medidor de pH, assegurando condições adequadas para observação e análise.
- A etapa inicial contemplou duas condições experimentais. No Aquário A, estabeleceu-se a condição controle, composto unicamente pela água natural sob oxigenação constante. No Aquário B, adicionaram-se as macrófitas à mesma água, também com aeração contínua, permitindo avaliar os efeitos gerais da presença da vegetação aquática sobre a dinâmica do microcosmo.
- Como ampliação metodológica, propõe-se um delineamento mais refinado, no qual cada aquário recebe exclusivamente uma das espécies vegetais mencionadas. Dessa forma, além do aquário controle, poderiam ser estruturados sistemas contendo apenas *Pistia stratiotes*, apenas *Eichhornia crassipes*, apenas *Equisetum sp.* ou apenas *Ceratophyllum demersum*, bem como um aquário adicional reunindo todas as espécies simultaneamente. Esse arranjo possibilita comparar não apenas a influência geral da vegetação, mas também os efeitos específicos de cada espécie e seus potenciais impactos quando combinadas, ampliando a precisão das análises sobre a dinâmica ecológica dos microcosmos.
- Após a montagem, foram realizadas observações iniciais, registrando-se informações relativas à origem da água, eventuais indícios de poluição no local de coleta, temperatura, pH e as espécies vegetais utilizadas, além da identificação visual de organismos presentes no sistema e complementação por análise por meio de observações microscópicas.
- Paralelamente, elaborou-se um roteiro didático destinado a subsidiar docentes interessados em aplicar a atividade em contextos escolares. O material apresenta uma questão problematizadora central e orientações para condução da investigação, com o objetivo de estimular a reflexão, o raciocínio científico e a interpretação crítica dos resultados pelos estudantes. Ressalta-se que esse roteiro não foi aplicado na presente pesquisa, configurando-se como um recurso pedagógico propositivo a ser utilizado conforme o interesse e a realidade de cada professor.
- Dessa forma, a metodologia apresentada articula o caráter investigativo da experimentação científica à aplicabilidade pedagógica, favorecendo práticas contextualizadas, participativas e fundamentadas na construção ativa do conhecimento sobre ecossistemas aquáticos.

6. Resultados



O acompanhamento cronológico do microcosmo experimental (Aquário B), contendo água de fonte natural e as macrófitas aquáticas, revelou um processo dinâmico e acelerado de sucessão ecológica e colonização da microfauna.

Na primeira semana de observação, o sistema apresentava-se macroscópicamente estável. A Coluna d'Água (Zona Pelágica) refere-se ao espaço de água "aberta" de um ecossistema aquático, estendendo-se da superfície ao fundo, excluindo as margens e o sedimento (Esteves, 2011), exibia limpidez visual, com pouca turbidez, sem desenvolvimento de biofilmes aparentes nas superfícies do vidro ou das plantas. Esta fase inicial serviu como linha de base abiótica, anterior à eclosão perceptível da comunidade biológica.

Aquário A (controle)



Fonte: autoras do trabalho

Aquário B



Fonte: autoras do trabalho

Aquário B

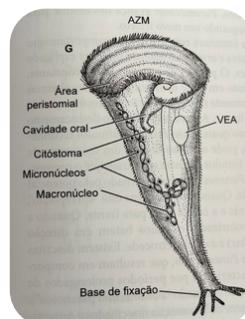


Fonte: autoras do trabalho

A segunda semana marcou uma transição significativa, evidenciada pela primeira análise microscópica de amostras do perifítom (material biológico aderido às raízes e folhas submersas) e da coluna d'água. Esta análise revelou o estabelecimento de uma comunidade biológica complexa e estruturada, composta pelos seguintes táxons:



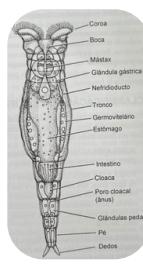
Registro microscópico em 400X



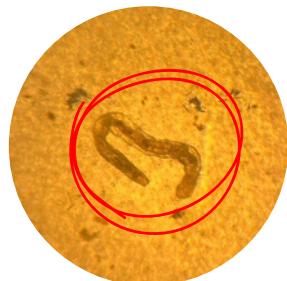
Brusca et al, 2018



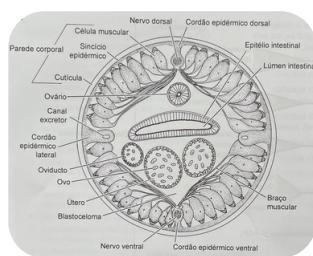
Registro microscópico em 400X



Brusca et al, 2018



Registro microscópico em 400X



Brusca et al, 2018

Protista (Ciliophora): Constatou-se a presença expressiva de *Vorticella* sp. Estes protistas ciliados sésseis são caracterizados por seus pedúnculos contráteis e uma coroa ciliar (peristômio) utilizada para criar vórtices aquáticos que capturam bactérias e detritos. Sua abundância sugere um ambiente com disponibilidade de matéria orgânica particulada.

Filo Rotifera: Foram registrados múltiplos indivíduos de rotíferos, metazoários pseudocelomados. Os espécimes observados exibiam o aparelho rotatório (coroa de cílios) proeminente e ativo, utilizado eficientemente na locomoção e na captura de alimento (algas e detritos).

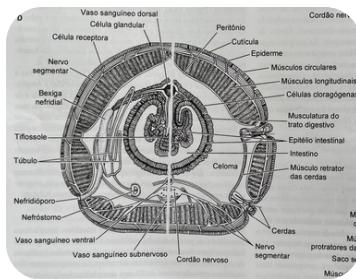
Filo Nematoda: Identificou-se a presença de nematoides de vida livre, explorando ativamente o substrato detritício. Apresentavam o corpo cilíndrico, não segmentado e o característico movimento serpentiniforme.

6. Resultados

10



Registro microscópico em 400X

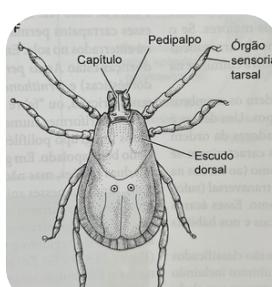


Brusca et al, 2018

Na terceira semana, uma nova análise microscópica de acompanhamento foi realizada. Esta observação confirmou a persistência e a vitalidade das populações de *Vorticella* sp., Rotifera, Nematoda e Annelida, indicando que o microcosmo estabeleceu condições viáveis para a manutenção desta comunidade. Adicionalmente, foi reportada uma nova descoberta que poderia indicar uma possível evidência de sucessão ecológica no microcosmo:



Registro microscópico em 400X



Brusca et al, 2018

Filo Annelida: Detectou-se a ocorrência de vermes segmentados, com características morfológicas compatíveis com a Subclasse Oligochaeta. Estes organismos são frequentemente associados à decomposição de matéria orgânica no sedimento ou perifítion.

Subclasse Acari (Arthropoda): Foi identificado um ácaro aquático. Este organismo, pertencente ao mesmo grupo dos aracnídeos terrestres, exibia um corpo globular e os quatro pares de apêndices (oito patas) típicos, com adaptações para a locomoção no meio aquático. A presença de um táxon deste nível trófico, frequentemente predador ou detritívoro especializado, indicaria uma complexidade crescente na teia alimentar do microcosmo.

Aquário A (controle)



Fonte: autoras do trabalho

Aquário A e B



Fonte: autoras do trabalho

Aquário B



Fonte: autoras do trabalho

O processo de identificação taxonômica dos grupos de metazoários (Rotifera, Nematoda, Annelida e Acari) foi fundamentado na análise de suas características morfológicas diagnósticas, conforme descrito na literatura zoológica especializada (Ruppert; Fox; Barnes, 2005). No aquário controle, registrou-se notável escassez e baixa riqueza de microrganismos, o que se atribui diretamente às condições estabelecidas em sua composição.

Cumpre ressaltar que os táxons aqui relatados representam aqueles que se tornaram dominantes ou que foram detectados pela metodologia óptica empregada. A ausência de registro de outros grupos não implica sua inexistência no sistema. É academicamente razoável inferir que a comunidade real seja ainda mais diversa. Estudos clássicos sobre a fauna associada a macrófitas em ambientes neotropicais (Takeda; Souza-Franco; Melo, 2003) reportam frequentemente a presença de microcrustáceos (como Cladocera e Ostracoda) e diversas larvas de insetos (especialmente Chironomidae), que, embora não registrados neste curto período, compõem a comunidade esperada e provável para este tipo de micro-hábitat.



7. Considerações finais

11

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e propor uma atividade didática de caráter investigativo baseada na observação de microcosmos aquáticos. A atividade consistiu na montagem de aquários contendo macrófitas aquáticas, o que permitiu a formação, em curto prazo, de comunidades de invertebrados observáveis, demonstrando a viabilidade do sistema como recurso pedagógico para o ensino de conceitos ecológicos e zoológicos.

A abordagem investigativa adotada possibilita que os estudantes vivenciem, de maneira concreta, princípios frequentemente abstratos da Ecologia e da Zoologia. A observação do microcosmo ao longo do tempo evidenciou transformações significativas: na primeira semana, a água apresentava aparente ausência de vida, enquanto na semana seguinte já era possível identificar uma comunidade diversificada de organismos. Esse processo oferece uma oportunidade didática para discutir conceitos como biodiversidade oculta, sucessão ecológica e estruturação de níveis tróficos, aproximando os estudantes da dinâmica real de ecossistemas aquáticos.

O roteiro de observação desenvolvido orientou os estudantes em todas as etapas do processo investigativo, incluindo a formulação de hipóteses (por exemplo, sobre a origem dos organismos ou o papel das raízes das plantas), a coleta e registro sistemático de dados (como desenhos de observação e contagens) e a análise crítica das relações ecológicas observadas. O surgimento de predadores, como ácaros, após o estabelecimento de consumidores primários e detritívoros (como Rotifera e Vorticella), constitui um exemplo concreto de sucessão ecológica e complexidade trófica, ilustrando de forma pedagógica conceitos essenciais à compreensão dos ecossistemas.

Além dos aspectos biológicos, o microcosmo apresenta potencial de interdisciplinaridade, alinhando-se a diferentes áreas do conhecimento. Na Química, podem ser explorados parâmetros físico-químicos, como pH, oxigênio dissolvido, nitratos e fosfatos, relacionando-os a processos biológicos como fotossíntese, respiração e decomposição. Na Física, conceitos de óptica (microscopia), densidade, capilaridade e difusão de gases podem ser contextualizados por meio do experimento. Na Matemática, é possível trabalhar com estimativas de densidade populacional, cálculos de abundância relativa e análise estatística comparativa entre diferentes espécies de macrófitas.

Em síntese, o microcosmo aquático com macrófitas configurou-se como um sistema dinâmico, acessível e pedagogicamente relevante. A rápida colonização e a diversidade observada em poucas semanas indicam que o modelo experimental oferece uma ferramenta de ensino de baixo custo e alto potencial de engajamento, capaz de promover aprendizagem significativa, reflexão crítica e compreensão interdisciplinar sobre ecossistemas aquáticos e conservação da biodiversidade.



8. Referências bibliográficas

12

1. ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C.; ESTEVES, F. A. Macroinvertebrate fauna associated with different macrophyte species in a subtropical lake (South Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensis*, v. 19, n. 4, p. 415–426, 2007.
2. AUSUBEL, David Paul. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.
3. BRUSCA, Richard C.; MOORE, Wendy; SHUSTER, Stephen M.. *Invertebrados*, 3^a edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018. Ebook. ISBN
4. CACHAPUZ, António et al. *A necessária renovação do ensino das ciências*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
5. CALLISTO, M.; MORENO, P.; BARBOSA, F. A. R. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, v. 61, n. 2, p. 259–266, 2001.
6. CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2018.
7. DRIVER, Rosalind et al. *Construindo conhecimento científico na sala de aula. Química Nova na Escola*, n. 10, p. 28–38, 1999.
8. ESTEVES, F. A. *Fundamentos de Limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.
9. GONÇALVES, C. L. S. S. et al. Urbanization effects on the composition and structure of macrophytes communities in a lotic ecosystem of Pernambuco State, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 76, n. 4, out.–dez. 2016. DOI: 10.1590/1519-6984.03515.
10. HODSON, Derek. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 12, n. 3, p. 299–313, 1994.
11. KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2008.
12. MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Phil. Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 7, n. 3, p. 283–305, 2002.
13. NOVACK, M.; ROMANO, L.; NASCIMENTO, L. do; et al. Invertebrados bentônicos associados a macrófitas aquáticas em um reservatório subtropical brasileiro. *Brazilian Journal of Biology*, v. 79, n. 1, p. 1–12, 2019. DOI: 10.1590/S1413-415220190377.
14. RODRIGUES, L.; MALTCHIK, L. Invertebrados aquáticos e a avaliação da integridade ecológica em sistemas lóticos: uma revisão. *Oecologia Australis*, v. 11, n. 3, p. 433–445, 2007.
15. RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. *Zoologia dos Invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva*. 7. ed. São Paulo: Roca, 2005.
16. TAKEDA, A. M.; SOUZA-FRANCO, G. M.; MELO, S. M. Comunidade de invertebrados associados a *Eichhornia azurea* (Sw.) Kunth, em diferentes ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná. In:
17. THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. *Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas*. Maringá: Eduem, 2003.
18. ZÔMPERO, Andreia de Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas para as aulas de Ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa. Curitiba: Appris, 2016. 141 p. ISBN 978-8547300463.



9. Anexo

Roteiro:

Tema: Diversidade de Invertebrados Associados a Macrófitas aquáticas em Microcosmos: uma abordagem ecológica e educacional

Disciplina: Ciências da Natureza e suas Tecnologias - Biologia

Estudante: _____

Série/Turma: _____

Professor: _____

Objetivos da Aprendizagem:

- Desenvolver competências científicas nos estudantes, incluindo formulação de hipóteses, observação sistemática, coleta e interpretação de dados, e comunicação dos resultados;
- Compreender como a presença de macrófitas aquáticas influencia a diversidade, abundância e distribuição de invertebrados em microcosmos;
- Aplicar o método científico em experiências práticas, fortalecendo habilidades de registro científico, análise ecológica e observação detalhada;
- Incentivar a reflexão crítica sobre a conservação da biodiversidade, os impactos humanos e a sustentabilidade de ecossistemas aquáticos, articulando conhecimento científico a dimensões éticas, sociais e ambientais.

BNCC

- **(EM13CNT202)** Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros);
- **(EM13CNT203):** Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.





Roteiro

14

● Olá, querido estudante!

Hoje iremos iniciar uma jornada pelo mundo fascinante dos ecossistemas aquáticos.

Vamos descobrir como pequenas plantas, chamadas macrófitas, podem influenciar a vida de inúmeros invertebrados e perceber como cada detalhe do ambiente faz diferença na biodiversidade.

Ao longo desta atividade, você terá a oportunidade de observar, registrar e analisar um microcosmo que representa um verdadeiro ecossistema em miniatura. Prepare-se para ser um verdadeiro cientista e refletir sobre como nossas ações podem impactar a vida na água e nos ecossistemas ao nosso redor.

1. Introdução e Contextualização Crítica

● Leia o texto a seguir:

Muitos corpos d'água, de rios a lagoas urbanas, estão sendo profundamente alterados pela ação humana. A perda de macrófitas aquáticas, causada por poluição, descarte inadequado de esgoto, fertilizantes agrícolas e obras de urbanização, não é apenas um problema ecológico: é um sintoma de como a sociedade trata os ecossistemas que sustentam a vida. A ausência dessas plantas altera o abrigo, a alimentação e a reprodução de invertebrados, desencadeando efeitos em cascata sobre toda a cadeia alimentar, impactando peixes, aves e até a qualidade da água que as comunidades humanas consomem. Muitos desses impactos ocorrem de forma silenciosa e gradual, passando despercebidos até que os ecossistemas estejam seriamente comprometidos.

Compreender essas relações em microcosmos nos permite refletir criticamente sobre como nossas ações diárias moldam a biodiversidade e a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos, mesmo em escalas pequenas.

Texto adaptado de Gonçalves, 2016



● **Figura 1:** Lago com *Eichhornia crassipes* (aguapés), macrófitas aquáticas. Fonte: Mosqueiro Ambiental, 2012.



Roteiro

15

Questão-problema crítica:

Leia a questão abaixo:

Considerando que a ação humana pode degradar ecossistemas aquáticos e afetar a vegetação, de que forma a ausência de macrófitas pode impactar a diversidade de invertebrados?



2. Formulação de Hipóteses

Responda à questão-problema escrevendo uma hipótese detalhada:



Dado que: _____

É possível afirmar que: _____

Visto que: _____

Podemos concluir que: _____

3. Experimentação

Estudante, iniciamos agora a prática experimental.

Siga o protocolo, observe com cuidado e registre cada passo para análise posterior.





Roteiro

16

3.1 Montagem do Experimento

Materiais:

- 2 aquários de vidro (10L cada)
- Macrófitas aquáticas: aguapés, cavalinhos, alface-d'água, rabo-de-raposa ou equivalentes locais
- Água de um corpo hídrico natural (rio, lagoa ou lago)
- Aeradores
- Pinças, copos plásticos ou béqueres
- Lâminas e lamínulas
- Microscópios
- Termômetro
- Medidor de pH

Procedimento experimental:

1. Aquário A (controle):

- Colocar apenas água coletada, sem plantas;
- Adicionar aerador para manter oxigenação;

2. Aquário B (experimental):

- Colocar água coletada;
- Inserir macrófitas aquáticas;
- Adicionar aerador;

Observação inicial:

Registrem:

a) De onde é a água? Havia sinais de poluição no local de coleta?

b) Qual a temperatura?

c) Qual o pH?

d) Quais plantas foram coletadas?

e) É possível observar algum animal a olho nu?



Roteiro

17

4. Observação e Coleta de Dados (após 1 semana)

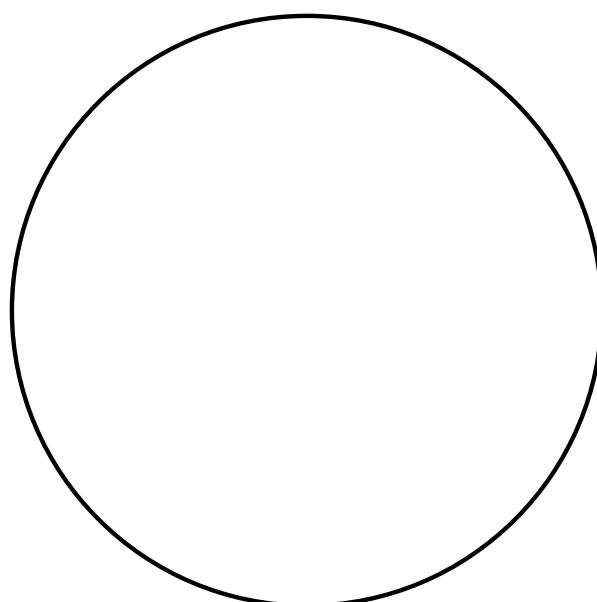
Instruções:

- Coletar amostras de água e de plantas usando pipeta ou peneira fina;
- Preparar lâminas: colocar uma gota da amostra, cobrir com lamínula;
- Observar ao microscópio.

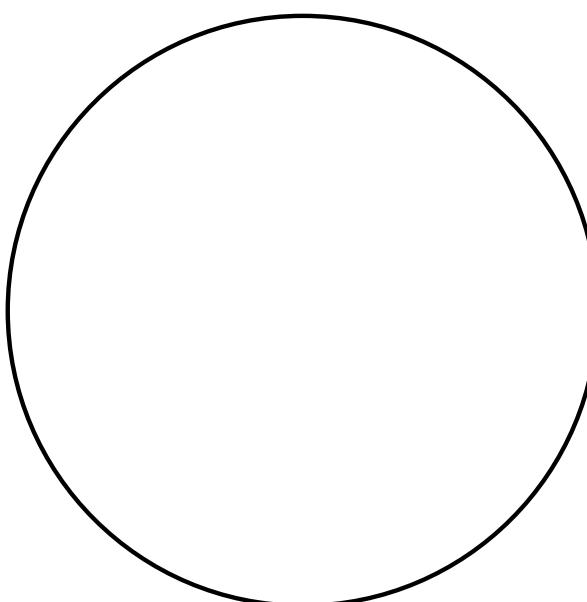
1. **Registro detalhado:** Utilize a tabela abaixo para anotações comparativas.

Características	Aquário A	Aquário B
Alterações na vegetação (mudança de cor, queda de folhas e coloração das raízes);		
Quantificar os grupos de invertebrados;		
Identificar os grupos de invertebrados presentes no aquário.		

2. Registre por meio de **desenhos** o que você observou ao microscópio. Não se esqueça de colocar legendas e descrições, utilizando setas!



Aquário A



Aquário B



Roteiro

5. Discussão e Análise de Resultados

Instruções

Roda de conversa: Comparação dos registros entre os aquários;

- Discuta com seus colegas:
 - Diferenças na diversidade de grupos de invertebrados;
 - Número de espécies de cada grupo;
 - Relações entre organismos e microhabitats.

Perguntas-guia:

a) A hipótese foi confirmada? Se sim, você pode registrá-la novamente e incluir abaixo as informações adicionais que aprendeu ao longo do processo. Se não, reformule sua hipótese com base nos novos conhecimentos adquiridos.

b) Que mecanismos ecológicos explicam os resultados observados?

c) Como essas observações refletem impactos humanos e degradação de ecossistemas reais?

d) Quais implicações para conservação, biodiversidade e sustentabilidade podem ser extraídas da atividade?

