



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - IB**  
Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

**Exploração da Biodiversidade dos Tardígrados: Uma abordagem ativa  
em Biologia no ensino médio**

**TALITA CAVALCANTE COSTA MACHADO**

Brasília,  
2025



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - IB**  
Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

## **Exploração da Biodiversidade dos Tardígrados: Uma abordagem ativa em Biologia no ensino médio**

Linha de pesquisa: Origem da vida, evolução, ecologia e Biodiversidade  
Macroprojeto: Novas práticas e estratégias pedagógicas para o ensino de Biologia

Projeto de Mestrado submetido ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), na Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Talita Cavalcante Costa Machado  
**Discente**

Élida Geralda Campos  
**Orientador**

Brasília,  
2025

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

CC377e CAVALCANTE COSTA MACHADO, TALITA  
EXPLORAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DOS TARDÍGRADOS: UMA  
ABORDAGEM ATIVA EM BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO / TALITA  
CAVALCANTE COSTA MACHADO; orientador ELIDA GERALDA.  
Brasília, 2025.  
85 p.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia)  
Universidade de Brasília, 2025.

1. Ensino por investigação; Tardígrados; Educação  
científica;. 2. Aprendizagem ativa; Práticas laboratoriais;  
Observação microscópica; Guia didático. I. GERALDA, ELIDA,  
orient. II. Título.

Processo:

23106.057452/2025-47

Documento:

13083143

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE  
NACIONAL (PROFISSIONAL)**

Aos dezesseis dias do mês de junho do ano de dois mil 2025, instalou-se a banca examinadora de Dissertação de Mestrado da aluna TALITA CAVALCANTE COSTA MACHADO, matrícula 231104623. A banca examinadora foi composta pelos professores Dra. Luisa Andrea Ketzer/Examinador externo/UFRJ - Duque de Caxias, Dra. Silviene F. Oliveira /Examinador interno/UnB, Dra. Maria Julia Martins Silva/Suplente/UnB e Dra. Élide Geralda Campos/orientadora/presidente/UnB. A discente apresentou o trabalho intitulado "EXPLORAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DOS TARDÍGRADOS: UMA ABORDAGEM ATIVA EM BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO".

Concluída a exposição, procedeu-se a arguição do(a) candidato(a), e após as considerações dos examinadores o resultado da avaliação do trabalho foi:

- ☒ ( X ) Pela aprovação do trabalho;
- ☐ ( ) Pela aprovação do trabalho, com revisão de forma, indicando o prazo de até 30 (trinta) dias para apresentação definitiva do trabalho revisado;
- ☐ ( ) Pela reformulação do trabalho, indicando o prazo de (Nº DE MESES) para nova versão;
- ☐ ( ) Pela reprovação do trabalho, conforme as normas vigentes na Universidade de Brasília.

Conforme os Artigos 34, 39 e 40 da Resolução 0080/2021 - CEPE, o(a) candidato(a) não terá o título se não cumprir as exigências acima.

Dra. Élide Geralda Campos  
Orientadora/presidente/UnB

Dr. Luisa Andrea Ketzer/UFRJ - Duque de Caxias  
Examinador externo

Dra. Silviene F. Oliveira /Examinador interno/UnB  
(FUNÇÃO)

Dra. Maria Julia Martins Silva/Suplente/UnB

(FUNÇÃO)

TALITA CAVALCANTE COSTA MACHADO  
(Mestrando)



Documento assinado eletronicamente por **Silviene Fabiana de Oliveira, Professor(a) de Magistério Superior do Instituto de Ciências Biológicas**, em 03/09/2025, às 13:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Luisa Andrea Ketzer, Usuário Externo**, em 03/09/2025, às 16:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Jose Eduardo Baroneza, Coordenador(a) de Curso de Pós-Graduação do Instituto de Ciências Biológicas**, em 03/09/2025, às 17:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **TALITA CAVALCANTE COSTA MACHADO, Usuário Externo**, em 03/09/2025, às 17:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Elida Geralda Campos, Professor(a) de Magistério Superior do Instituto de Ciências Biológicas**, em 03/09/2025, às 19:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site  
[http://sei.umb.br/sei/controlador\\_externo.php?](http://sei.umb.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)  
[acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.umb.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador  
13083143 e o código CRC 78E9A6E8.

<b>Instituição:</b> Universidade de Brasília (UnB)
<b>Mestranda:</b> Talita Cavalcante Costa Mestrado
<b>Título do TCM:</b> Exploração da Biodiversidade dos Tardígrados: Uma abordagem ativa em Biologia no ensino médio
<b>Data da defesa:</b> 16/06/2025
<p>Desde criança, sempre gostei de estudar e de participar das aulas. A educação sempre foi um valor muito presente na minha vida, especialmente porque minha mãe também é professora. Cresci admirando a dedicação dela e de certa forma, me inspirei para seguir pelo mesmo caminho.</p> <p>Vinda de família humilde, eu já sabia que precisaria estudar muito para chegar à Universidade. Passei no vestibular porque pagar não era uma opção. Estudar era o único caminho possível e, mesmo com todas as dificuldades, abracei a oportunidade com toda a minha força e determinação.</p> <p>Minha trajetória acadêmica começou com a Licenciatura em Química, curso que escolhi com muita convicção. Ao longo da graduação, enfrentei todos os desafios que são comuns a quem estuda e trabalha, especialmente vivendo no interior do Piauí, onde o acesso a recursos e oportunidades é mais limitado.</p> <p>Durante a pandemia da COVID-19, em meio a tantos desafios e incertezas, decidi não parar. Pelo contrário, abracei mais um desafio e iniciei a graduação em Biologia. Foram anos intensos, com muito estudo, superando limitações de acesso, dificuldades financeiras e a necessidade de conciliar as obrigações acadêmicas com o trabalho e a vida pessoal.</p> <p>Um ano após me formar em Biologia, decidi encarar um novo e ainda maior desafio: o mestrado no PROFBIO. Sabia que não seria fácil, mas a vontade de crescer, de ampliar meus conhecimentos e de me qualificar como professora falou mais alto. Passei na prova e iniciei essa jornada transformadora.</p> <p>O mestrado foi, sem dúvidas, uma das experiências mais exigentes e enriquecedoras da minha vida acadêmica. Tive que superar muitas barreiras, não apenas intelectuais, mas também logísticas e emocionais. Sou uma moça do interior de Esperantina-PI, e para participar das atividades presenciais na UnB, precisei viajar cerca de 36 horas entre a minha cidade e Brasília. Esse percurso foi feito diversas vezes, sempre com muito esforço, sacrifício e principalmente, com um alto custo financeiro. As passagens eram muito caras, e</p>

muitas vezes precisei me reorganizar, abrir mão de coisas importantes e fazer escolhas difíceis para conseguir arcar com as despesas das viagens e alimentação.

Além das longas viagens, houve também o desafio de manter uma rotina intensa de estudos, com leituras exigentes, elaboração de trabalhos, participação em disciplinas e, especialmente, a construção do meu projeto de pesquisa.

Foram incontáveis horas dedicadas à leitura de artigos, redação de relatórios, preparação para exames de qualificação e atividades. Tudo isso conciliado com minha atuação profissional e as responsabilidades pessoais.

Houve momentos de cansaço extremo, dúvidas e vontade de desistir. A distância da família, a solidão das madrugadas de estudo, o cansaço acumulado de quem viaja, trabalha e estuda, tudo parecia conspirar contra. Mas eu segui. A cada obstáculo superado, a cada etapa concluída, eu me fortalecia e tinha ainda mais certeza de que estava realizando um sonho.

O PROFBIO não foi apenas uma oportunidade de ampliar meus conhecimentos sobre práticas pedagógicas, conteúdos biológicos e metodologias de ensino, mas também um processo profundo de transformação pessoal e profissional. Aprendi a ter ainda mais disciplina, resiliência e confiança na minha capacidade de superação.

Hoje, ao concluir essa etapa, carrego comigo não apenas o título de mestre, mas também a certeza de que sou capaz de enfrentar desafios imensos, de que posso inspirar meus alunos e de que minha trajetória, construída com tanto esforço, é um exemplo de que o lugar de origem não define onde podemos chegar.

Sou uma mulher nordestina, do interior do Piauí, que atravessou milhares de quilômetros, enfrentou limitações, rompeu barreiras e realizou o sonho de ser mestre em Biologia. O PROFBIO foi, para mim, um divisor de águas — acadêmico, profissional e pessoal.

Se hoje sigo com mais segurança e excelência no exercício da docência, é porque aprendi, ao longo dessa trajetória, que o conhecimento é uma ferramenta poderosa de transformação, não só para mim, mas para todos que alcanço através da educação.

## **AGRADECIMENTOS**

Nada na vida a gente conquista sozinha. Sempre precisamos de apoio, de mãos estendidas, de palavras que nos levantam e de pessoas que caminham ao nosso lado. Por isso, cada etapa desta conquista carrega um pouco de todos que estiveram comigo.

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças, sabedoria e serenidade nos momentos mais difíceis. Como cientista, valorizo a razão, mas é a fé que me sustentou em silêncio e me impulsionou a continuar.

Aos meus pais, Francisco e Socorro, minha eterna gratidão por tudo: pela educação, pelo amor incondicional e por estarem presentes em todos os momentos da minha vida.

Ao meu marido, Isaías Machado, obrigada pelo apoio diário, pelas palavras de incentivo, pela paciência nas fases mais difíceis e por nunca desistir de mim, mesmo quando eu pensava em parar. Seu apoio foi essencial para que essa vitória fosse possível.

À professora Patrícia Carvalho, agradeço por ter me enviado o edital do PROFBIO, abrindo uma porta que mudaria o rumo da minha história.

Às escolas CEEP Leonardo das Dores e Tia Erinelda, e aos coordenadores Edilene Fontinele, Luan Lopes e Conceição Albuquerque, meu agradecimento pelo incentivo, pela confiança e pelo apoio logístico e emocional durante todo o processo.

À minha sogra, Maria Machado, obrigada pelo cuidado e pela ajuda em casa, permitindo que eu pudesse me dedicar aos estudos. À minha outra sogra, tia Margareth, agradeço por abrir sua casa para mim nas madrugadas em que precisei viajar para Brasília. À tia Suelane, minha gratidão por me receber com tanto carinho durante minhas estadias na capital.

Ao meu grupo do mestrado — Flávia, Mouzer, Rejaneide, Cláudia e Odirlei — obrigada pela parceria, pelo apoio nas aulas, nas viagens, nas esperas em rodoviárias e aeroportos, e por cada momento de aprendizado e companheirismo. Seguiremos juntos na docência e na vida!

A todos os professores do PROFBIO, minha profunda gratidão pela dedicação, paciência e por compartilharem conhecimento com tanto entusiasmo e compromisso.

À Universidade de Brasília, por ter me acolhido e me permitido viver dois anos de intensa transformação pessoal e acadêmica.

À minha orientadora, Professora Doutora Élide Geralda, meu respeito e admiração



pela orientação atenta, pelas palavras certas nos momentos de dúvida e pela confiança no meu trabalho.

Aos meus alunos, que são minha maior inspiração e razão de ser professora, deixo meu carinho e reconhecimento.

Ao meu sobrinho José Tobias, desejo que ele cresça com amor pelo conhecimento e que seja tão dedicado aos estudos quanto sua tia. Que meu exemplo o inspire a sonhar alto e persistir sempre.

E com todo amor, dedico esta conquista à memória do meu avô José Vieira, da minha prima Wanna e do meu sogro Edorval Júnior. Que esta vitória também os alcance.

E à minha querida avó Elza Vieira, que este momento chegue até a senhora com todo o meu amor. Que a senhora tenha orgulho desta neta que tanto te ama.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade, meu muito obrigada!.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código de Financiamento 001.

## RESUMO

O método científico pode ser abordado de diferentes maneiras no ensino médio. Uma dessas maneiras é incluir atividades que envolvam, diretamente, etapas de observação, formulação de hipóteses, experimentação e conclusão. Além disso, o estudo do ambiente e dos seres vivos encontrados onde os estudantes vivem pode despertar seu interesse e a curiosidade pelo mundo que os cerca. Os tardígrados são organismos com uma grande capacidade de sobreviver em condições extremas e de distribuição ubíqua nos ambientes na terra. Esses animais, também conhecidos como "ursos d'água", são seres microscópicos que vivem em ambientes aquáticos e terrestres, incluindo locais inóspitos como os desertos, as geleiras e até mesmo o vácuo do espaço. Esse projeto desenvolveu uma atividade educativa que consistiu no estudo dos tardígrados pelos alunos do Ensino Médio e a aplicação de um questionário para avaliar sua percepção da atividade. Os discentes tiveram a oportunidade de coletar e observar tardígrados em amostras de musgos coletadas nas proximidades da escola. Por meio dessa experiência prática e significativa no campo da Biologia, os estudantes foram incentivados a elaborar perguntas, formular hipóteses, e analisar dados. Eles puderam assim desenvolver suas habilidades científicas. O projeto também despertou o interesse dos alunos pela Biologia e pela conservação ambiental. Depois da coleta, os estudantes registraram o número de tardígrados encontrados nas amostras para determinar a abundância desses organismos nos locais de coleta. Consideramos que essa seja a primeira descrição de tardígrados no Piauí, porque não encontramos, na literatura, dados sobre isso. Como produto desse projeto, um Guia Ilustrado foi elaborado para orientar docentes que se interessem pela atividade e queiram replicá-la em suas salas de aula. Consideramos que os resultados deste trabalho contribuíram para ampliar o conhecimento sobre os tardígrados e que o projeto proporcionou aos estudantes uma experiência rica e significativa, a qual, esperamos, tenha despertado a curiosidade e fortalecido seu interesse pela ciência.

**Palavras-chave:** micro-organismos extremófilos; práticas de campo; alfabetização científica;

## **ABSTRACT**

The scientific method can be approached in different ways in high school education, including activities that directly involve observation, hypothesis formulation, experimentation, and conclusion. Furthermore, studying the environment and the organisms found where students live can stimulate their interest and curiosity about the world around them. Tardigrades are organisms with remarkable survival capabilities under extreme conditions and ubiquitous distribution in terrestrial environments. These microscopic animals, also known as "water bears," inhabit both aquatic and terrestrial habitats, including inhospitable places such as glaciers, deserts, and even the vacuum of space. This project developed an educational activity involving the study of tardigrades by high school students, combined with the application of a questionnaire to assess their perception of the activity. The students had the opportunity to collect and observe tardigrades from moss samples gathered near the school. Through this practical and meaningful experience in the field of Biology, they were encouraged to ask questions, formulate hypotheses, and analyze data, thereby developing their scientific skills. The project also fostered students' interest in Biology and environmental conservation. After collection, the students recorded the number of tardigrades found in the samples to determine the abundance of these organisms at each site. We consider this to be the first description of tardigrades in Piauí, as no prior data were found in the literature. As an outcome of this project, an Illustrated Guide was created to support teachers interested in replicating this activity in their classrooms. We believe that the results of this work contributed to expanding knowledge about tardigrades and provided students with a rich and meaningful experience that, we hope, has sparked their curiosity and strengthened their interest in science.

**Keywords:** extremophile microorganisms; field practices; scientific literacy.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Adaptações morfológicas dos tardígrados para diferentes habitats.....	21
<b>Figura 2</b> – Vista da escola CEEP Leonardo das Dores .....	25
<b>Figura 3</b> – Pontos de coleta na área do CEEP Leonardo das Dores, Esperantina, Piauí.....	32
<b>Figura 4</b> – Coleta de amostras no ambiente escolar.....	32
<b>Figura 5</b> – Processo de observação microscópica.....	33
<b>Figura 6</b> – Folhas de anotações dos grupos 3 e 4.....	34
<b>Figura 7</b> – Tardígrados observados nas amostras coletadas.....	35
<b>Figura 8</b> – Frequência de tardígrados encontrados nas amostras analisadas.....	35
<b>Figura 9</b> – Percepção dos alunos sobre o uso de atividades práticas no ensino de Biologia...	37
<b>Figura 10</b> – Avaliação da importância do ensino investigativo.....	38
<b>Figura 11</b> – Desempenho Acadêmico e Segurança no Aprendizado.....	38
<b>Figura 12</b> – Persistência e Atitude Diante dos desafios.....	39

## SUMÁRIO

<b>1.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1 O Ensino por Investigação e as Aulas de Campo.....	14
1.2 Tardígrados.....	18
1.3 Escola Estadual de Educação Profissional Leonardo Dores .....	23
<b>2. OBJETIVOS DO TRABALHO .....</b>	<b>26</b>
2. 1 Objetivo geral.....	26
2.2 Objetivos específicos.....	26
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
3.1 Etapas da Aula Investigativa .....	28
3.2 Coleta das Amostras .....	28
3.3 Metodologia De Campo .....	29
3.4 Metodologia Laboratorial.....	29
3.5 Análises de Dados .....	31
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>32</b>
4.1 Respostas ao Questionário .....	36
4.2 Guia Ilustrado .....	39
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>6.CONCLUSÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>47</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>51</b>
<b>APÊNDICE A – Tardígrados Encontrados nos Arredores da Escola.....</b>	<b>52</b>
<b>APÊNDICE B- Manual de Coleta.....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE C- Folha de Registro .....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE D – Guia Ilustrado .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE E - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....</b>	<b>81</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO A – Parecer Consubstanciado de Comitê de Ética .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO B- Questionário Adaptado de Velayutham et al. (2011) .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO C –Reportagem da Revista Gálileu .....</b>	<b>88</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 O Ensino por Investigação e as Aulas de Campo

O ensino por investigação problematiza as atividades em sala de aula, estimula os alunos a buscar respostas para questões científicas e a compreender os processos envolvidos na construção do conhecimento (Azevedo, 2006). Por meio desse tipo de ensino, os estudantes são incentivados a se envolverem ativamente na aula, a investigar fenômenos e experimentar diferentes abordagens para solucionar problemas.

As práticas inclusivas no ensino das ciências desempenham um papel crucial, especialmente para os alunos em risco de abandono escolar (Baptista *et al.*, 2007). O ensino investigativo, que proporciona engajamento e participação ativa, também pode estimular o interesse dos alunos e fortalecer seu vínculo com a escola e o processo de aprendizagem. Nesse contexto, é fundamental que o professor compreenda as necessidades do aluno para desenvolver sua independência dentro do contexto científico.

Assumindo essa perspectiva, a capacidade de leitura, escrita e consciência de que o ambiente pode ser moldado por um ensino de Biologia bem conectado transformam o estudante em um participante ativo no processo educacional (Sasseron; Carvalho, 2008). A troca de ideias, o questionamento e o diálogo entre docente e estudante exercem um papel fundamental na edificação do conhecimento. Tanto os alunos quanto os professores têm a oportunidade de colaborar na construção do conhecimento em Biologia.

Durante as aulas, em sala de aula, as propostas do professor, juntamente com as prescrições e experiências desenvolvidas pelos alunos em conjunto, podem estabelecer uma abordagem integrada para o aprendizado no curso educacional dos discentes. A habilidade argumentativa do aluno também possibilita ao professor compreender claramente a formação do conhecimento e a assimilação dos conceitos de Biologia pelo aprendiz (Sasseron; Carvalho, 2008). Dessa forma, as práticas inclusivas e o ensino investigativo se alinham para criar um ambiente propício à aprendizagem ativa e ao desenvolvimento de uma compreensão profunda da Biologia.

A abordagem investigativa no ensino de Ciências tem sido amplamente reconhecida por sua eficácia na formação de estudantes mais autônomos, críticos e engajados. Desde os preceitos de Dewey, que defendia uma educação centrada na experiência e na

problematização, até as demandas contemporâneas por padrões educacionais mais ativos e participativos, o ensino por investigação consolidou-se como uma prática fundamental no processo de construção do conhecimento (Barrow, 2006).

Esse modelo pedagógico favorece o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, como a formulação de perguntas científicas, a análise de dados e a argumentação com base em evidências. De acordo com Silva e Pimentel (2024), metodologias ativas como o ensino investigativo promovem não apenas a autonomia e o protagonismo estudantil, mas também uma aprendizagem colaborativa e interdisciplinar, especialmente eficaz no ensino de Ciências.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1997) reforçam essa perspectiva ao destacarem a importância de atividades práticas e experimentais como estratégias fundamentais para a aprendizagem significativa. Essas experiências permitem que os alunos vivenciem o conhecimento científico de forma concreta, ao explorar, testar e compreender conceitos por meio da experimentação.

Para Borges (2002), as práticas no laboratório escolar devem ir além das práticas tradicionais, e a atuação dos docentes deve se basear num papel ativo na promoção da investigação científica. Nesse contexto, o ensino investigativo surge como uma resposta eficiente, pois pode estimular a participação ativa dos estudantes, e possibilitar a coleta de dados e o desenvolvimento de habilidades de comunicação científica.

Complementando esse panorama, Cunha et al. (2024) ressaltam que o uso de estratégias investigativas fortalece o vínculo entre os conteúdos escolares e a realidade vivida pelos alunos, favorecendo uma formação mais contextualizada e crítica. Ao vivenciarem o processo científico na prática, os estudantes tornam-se protagonistas de sua aprendizagem e desenvolvem competências essenciais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e o trabalho em equipe (Bybee, 2006).

Nesse contexto, diversas estratégias podem ser adotadas para potencializar essas competências no ensino de Biologia, entre as quais se destaca a modelização de fenômenos biológicos. Essa prática permite aos alunos representar e simular processos naturais de forma simplificada, porém cientificamente precisa. Segundo Duso et al. (2013), a modelização é uma ferramenta didática poderosa para o ensino de conceitos abstratos, como a dinâmica de populações ou os ciclos biogeoquímicos, pois estimula a criatividade e o pensamento sistêmico dos estudantes. Ao construir modelos, os alunos são incentivados a questionar, testar e refinar suas ideias, o que contribui para uma compreensão mais profunda dos

conceitos biológicos.

A prática do método científico configura-se como uma estratégia eficiente para o desenvolvimento de habilidades científicas no ensino de Ciências, e pode promover competências como o pensamento crítico, o raciocínio lógico e a formulação de conclusões para a resolução de problemas relevantes (Barrow, 2006). No contexto educacional, a utilização dessa abordagem favorece a participação ativa dos alunos no processo de investigação científica, fundamentando a construção do conhecimento de forma mais estruturada e reflexiva.

Outra aplicação relevante é a contextualização do conhecimento científico em situações reais, como proposto por Santos et al. (2022). No ensino de Biologia, a investigação de problemas locais, como a poluição de rios ou a perda de biodiversidade, permite que os alunos conectem o conteúdo teórico com questões socioambientais relevantes. Essa abordagem não apenas aumenta o interesse dos estudantes, mas também promove a alfabetização científica, ao demonstrar como a Biologia pode ser aplicada para resolver problemas do cotidiano (Santana; Mota, 2022).

Além disso, o ensino investigativo em Biologia fortalece as habilidades argumentativas, essenciais para uma comunicação científica eficaz e para a participação ativa em debates sobre diversas áreas. Sasseron e Carvalho (2011) destacam que a construção de argumentos baseados em evidências é um dos pilares do ensino investigativo, pois estimula os alunos a justificar suas conclusões e a avaliar criticamente as informações disponíveis. Essa prática é especialmente importante em Biologia, uma área marcada por discussões éticas e políticas.

No entanto, a implementação do ensino por investigação em Biologia enfrenta desafios, como a falta de infraestrutura e a dificuldade de integrar atividades práticas ao currículo. Para superar esses obstáculos, é fundamental que os professores recebam formação continuada e que as escolas invistam em laboratórios e materiais didáticos adequados (Trivelato; Tonidandel, 2015). Além disso, é necessário que os docentes adotem uma postura facilitadora, orientando os alunos sem impor respostas prontas, o que exige uma mudança de paradigma em relação ao tradicional modelo de ensino centrado no professor.

Nesse cenário, estratégias como o uso de aulas de campo investigativas têm se mostrado alternativas viáveis e enriquecedoras para driblar limitações estruturais e promover



o engajamento dos alunos. Segundo Costa (2023), o ensino por investigação em aulas de campo pode ser uma abordagem eficaz na educação em Ciências, proporcionando aos estudantes uma experiência prática, contextualizada e envolvente. Por isso, a aula de campo é uma maneira de fazer os estudantes aprenderem em ambientes naturais. Ela leva os discentes a estudar em ambientes naturais com o propósito de perceber e conhecer a natureza por meio dos vários recursos visuais, ou seja, leva os estudantes ao ambiente propriamente dito para incentivar os sentidos de forma lúdica e interativa. Nas disciplinas que envolvem ciências, é necessário um planejamento que una trabalhos de campo com as atividades desenvolvidas na sala de aula, e que se busque uma melhor qualidade de ensino (Viveiro; Diniz, 2009).

Alguns pesquisadores têm relatado que a aula de campo oferece uma aprendizagem de conceitos maior do que a aula teórica (Seniciato; Cavassan, 2004). Visto que essa nova metodologia possibilita a experiência direta dos fenômenos naturais e a interação com o ambiente real. Esse contato direto com a natureza proporciona uma experiência sensorial enriquecedora, onde os alunos podem ouvir, observar, tocar nos elementos naturais, o que contribui para a compreensão mais profunda dos conhecimentos científicos. O papel do professor é fundamental para a prática da aula de campo, porque fará a conexão entre conhecimentos existentes nos ambientes visitados e aquilo que os estudantes observam. O planejamento meticuloso da atividade é crucial para garantir uma experiência enriquecedora e significativa (Corrêa Filho, 2018).

As aulas de campo em ambientes naturais têm como objetivo incentivar o respeito pela natureza, explorar aspectos que não são possíveis dentro da sala de aula e facilitar a assimilação de informações de forma mais agradável. Além disso, as aulas de campo ajudam no desenvolvimento do espírito científico dos alunos, e podem aumentar sua capacidade de observação e descoberta (Nunes; Dourado, 2009). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacam a importância das "excursões ou estudos do meio" como uma modalidade de busca de informações em fontes variadas. Essa abordagem é especialmente relevante para auxiliar alunos com dificuldades de aprendizagem, e proporcionar diferentes meios para a efetivação do conhecimento (Brasil, 1997).

Em resumo, as aulas de campo em ambientes naturais, quando planejadas e conduzidas adequadamente, são capazes de promover uma aprendizagem mais significativa, motivar os alunos na busca pelo conhecimento e contribuir para o desenvolvimento de

habilidades científicas. O contato direto com a natureza e a interação com o ambiente real ampliam a compreensão dos conceitos e estimulam o interesse dos estudantes pelo estudo das Ciências (Seniciato; Cavassan, 2004).

## **1.2 Tardígrados**

A biodiversidade é a variedade de organismos que existem no planeta e seu estudo é de grande interesse na área científica. Ela engloba a riqueza e a complexidade dos ecossistemas, e fornece importantes informações sobre a interação entre os seres vivos e o ambiente (Santos, 2010). Dentre esses organismos, os tardígrados são fascinantes porque apresentam uma grande resistência às condições ambientais extremas. Eles são capazes de suportar condições severas, como altas temperaturas, dessecação e altas pressões (Guidetti *et al.*, 2012).

No contexto brasileiro, onde vastas regiões ainda permanecem inexploradas (Kaczmarek *et al.*, 2016), a pesquisa sobre tardígrados tem se concentrado principalmente em estados como São Paulo, Rio de Janeiro, Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco (Barros, 2020). Notavelmente, no Nordeste do Brasil, já foram documentadas diversas espécies de tardígrados, acrescentando uma importante contribuição à compreensão da distribuição desses microorganismos na região.

A viabilidade de projetos que integram a observação de microrganismos à prática educativa é evidenciada por estudos anteriores, como o de Cotten e Miller (2022), em que estudantes do ensino fundamental II participaram da coleta de líquens e musgos no ambiente escolar. Esses alunos foram capazes de identificar tardígrados, rotíferos e nematóides, demonstrando que iniciativas semelhantes podem promover a aprendizagem científica ativa e despertar o interesse pela biodiversidade microscópica.

Dentre os micro-organismos observados nesse tipo de atividade, os tardígrados se destacam não apenas pelo valor pedagógico, mas também pelas suas fascinantes características biológicas. Conhecidos como ursos-d'água, esses seres microscópicos despertam grande interesse na comunidade científica. Possuem um corpo segmentado e extremidades com garras, e medem cerca de 0,5 a 1,5 milímetros de comprimento. Os tardígrados podem ser encontrados em diversos ambientes, dos ecossistemas marinhos até os terrestres, incluindo solos, musgos e líquens (Nelson, Guidetti e Rebecchi, 2015).

A capacidade dos tardígrados de entrar em um estado de criptobiose, no qual seu metabolismo é reduzido ao mínimo e suas células permanecem desidratadas, permite que eles sobrevivam em ambientes hostis (Boothby *et al.*, 2017). Essa adaptabilidade extrema é de grande importância ecológica, pois contribui para a manutenção da biodiversidade em diferentes habitats. Os tardígrados desempenham um papel fundamental no ciclo de nutrientes, atuando como decompositores e consumidores primários, além de servirem como fonte de alimento para outros organismos (Nelson, Bartels e Guil, 2018).

Além de sua importância ecológica, os tardígrados também despertam interesse por seu potencial como organismos modelo em pesquisas científicas. Sua resiliência às condições adversas e sua capacidade de se recuperar após a exposição a altas doses de radiação têm despertado a atenção dos cientistas que estudam a Biologia espacial (Pulschen; Meneghin, 2010). A compreensão das estratégias de sobrevivência dos tardígrados pode fornecer informações valiosas para a proteção de organismos vivos em ambientes extraterrestres e o desenvolvimento de tecnologias de conservação (Jørgensen, Møbjerg e Kristensen, 2007).

A habituação comportamental dos tardígrados foi investigada por meio de um experimento simples realizado em sala de aula (Wincheski, Abramson e Somers, 2020). A habituação é forma de aprendizagem não associativa em que uma resposta inata de um organismo a um estímulo diminui após apresentações repetidas ou prolongadas desse estímulo. No caso dos tardígrados essa resposta pode ser estudada “cutucando” o animal com uma sonda. Isso não apenas fascinou os alunos, mas também incentivou sua curiosidade em relação à Biologia e aos processos de aprendizado sobre os organismos. Essa interação direta dos alunos com os tardígrados foi uma vivência cativante. Por meio da observação sob microscópio, os estudantes puderam visualizar os tardígrados a explorar seus habitats e como esses animais sobrevivem. Esses resultados mostram a eficácia do método educacional usando tardígrados para transmitir conceitos complexos de maneira tangível e compreensível aos alunos.

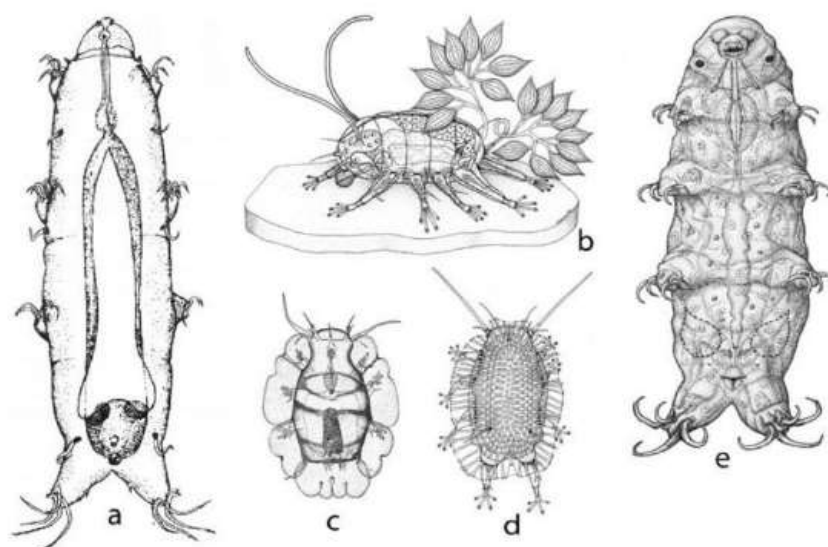
Essa metodologia prática também é evidenciada no trabalho de Buo *et al.* (2021), que desenvolveu um acampamento de Biologia para estudantes do ensino fundamental e superior. Essa iniciativa ofereceu aos alunos a oportunidade de se envolverem diretamente com cientistas e suas pesquisas, promovendo uma compreensão mais rica das práticas científicas.

Portanto, o estudo dos tardígrados é de extrema relevância, pois nos permite compreender as adaptações extraordinárias que esses organismos possuem para enfrentar

condições extremas. Por meio do engajamento dos alunos na coleta e na observação de tardígrados, obtém-se uma experiência prática e significativa, na qual é possível estimular a curiosidade científica e promover a compreensão da importância da biodiversidade (Cotten; Miller, 2022).

Do ponto de vista biológico, os tardígrados apresentam grande diversidade e adaptabilidade. No Brasil, a biodiversidade desses organismos é ainda pouco explorada, embora já tenham sido registrados cerca de 80 táxons em oito estados brasileiros, principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste (Barros, 2020). Ugarte et al. (2023) destacam a presença de tardígrados em ambientes variados como a Chapada Diamantina, o Pará, Roraima e a região do Espinhaço Sul, evidenciando seu potencial ecológico e científico. Essas descobertas apontam para a necessidade de ampliação das amostragens e de revisão dos registros anteriores, especialmente em regiões inexploradas. Com seu vasto território, grande diversidade de biomas e extensa plataforma continental, o Brasil apresenta elevado potencial para a ampliação dos estudos sobre a fauna de tardígrados. Entretanto, Barros (2020) ressalta a necessidade de novas amostragens em áreas inexploradas e da revisão de registros antigos para aprimorar o entendimento da biodiversidade desses organismos.

Os tardígrados apresentam uma ampla variedade de características morfológicas que refletem sua adaptação aos diferentes habitats onde vivem. Espécies semibênticas, por exemplo, possuem estruturas específicas que auxiliam na natação e na deriva, como flutuadores distintos que lhes permitem maior mobilidade no ambiente aquático. Já as espécies terrestres, embora não apresentem adaptações morfológicas aparentes, algumas podem exibir redução nas garras e/ou pernas. Essas adaptações morfológicas refletem a incrível diversidade e capacidade de sobrevivência desses organismos em diferentes condições ambientais (Nelson, Bartels e Guil, 2018). A Figura 1 ilustra algumas dessas adaptações, evidenciando variações corporais, como flutuadores e extensões cuticulares, que destacam a plasticidade morfológica dos tardígrados em resposta aos seus habitats.



**Figura 1.** Adaptações morfológicas dos tardígrados para diferentes habitats.

(a) Corpo vermiforme para viver enterrado na lama; (b) Flutuadores; (c, d) Extensões cuticulares ou “alas”; (e) Túbulos de Malpighi aumentados (linhas pontilhadas).

Fonte: Kinchin, (1994).

O filo Tardigrada é dividido em quatro classes principais: *Eutardigrada*, *Mesotardigrada*, *Heterotardigrada* (Ramazzotti; Maucci, 1983) e *Apotardigrada* (Guil et al., 2019). A classe *Mesotardigrada* é monotípica, baseada na descrição de *Thermozodium esakii* Rahm, 1937, encontrada em uma fonte termal no Japão (Jørgensen et al., 2018).

A classe *Eutardigrada* é composta majoritariamente por organismos que habitam ambientes limno-terrestres, abrigando a maioria das espécies descritas atualmente (Degma; Guidetti, 2025). Morfologicamente, os eutardígrados são caracterizados pela ausência dos múltiplos órgãos sensoriais cefálicos presentes nos heterotardígrados, além de possuírem cloaca, intestino médio reto, órgãos excretores como os túbulos de Malpighi e, tipicamente, duas garras duplas em cada perna, sem dedos (Jørgensen et al., 2018).

Por sua vez, a classe *Heterotardigrada* é subdividida em *Arthotardigrada*, que inclui espécies predominantemente marinhas, e *Echiniscoidea*, cujas espécies são semiterrestres e de ambientes límnicos. Morfologicamente, os heterotardígrados apresentam cutícula formada por placas, diversos órgãos sensoriais cefálicos, pernas telescópicas com dígitos, intestino médio com divertículos laterais, além de ânus e gonópore claramente distintos (Jørgensen et al., 2018).

Recentemente, a classe *Apotardigrada* foi separada da *Eutardigrada* (onde

anteriormente era classificada como *Apochela*), sendo caracterizada por papilas cefálicas laterais, garras duplas cujos ramos primários e secundários se conectam diretamente às pernas, e bulbo faríngeo alongado desprovido de placóides (Jørgensen et al., 2018; Degma; Guidetti, 2025).

Logo, os tardígrados são organismos incrivelmente diversos e adaptáveis, e o Brasil oferece um cenário promissor para futuras descobertas e avanços no estudo desses animais microscópicos. A continuidade e ampliação das pesquisas são essenciais para revelar a verdadeira extensão da biodiversidade dos tardígrados no Brasil e suas implicações ecológicas e biológicas.

Além da sua diversidade taxonômica e morfológica, outro aspecto que ressalta a importância desses organismos é o papel ecológico que desempenham nos ecossistemas onde vivem. A capacidade dos tardígrados de habitarem ambientes diversos confere-lhes um papel ecológico fundamental como agentes de decomposição e componentes de cadeias alimentares microscópicas (Schill, 2019). Dentre suas múltiplas funções, destaca-se sua atuação como decompositores, na qual desempenham um papel crucial na ciclagem de nutrientes em ecossistemas terrestres e aquáticos. Esses organismos alimentam-se de matéria orgânica, incluindo bactérias, algas, fungos e detritos, processando esses materiais e, assim, contribuindo para a liberação de nutrientes essenciais ao ambiente (Ramazzotti e Maucci, 1983).

Ao consumir e fragmentar a matéria orgânica, os tardígrados não apenas decompõem resíduos, mas também facilitam a ação subsequente de outros microrganismos decompositores, ampliando a eficiência do processo de decomposição. Esse mecanismo é particularmente relevante em ecossistemas de alta complexidade, como florestas tropicais e áreas úmidas, onde a decomposição é um fator determinante para a manutenção da fertilidade do solo e, conseqüentemente, para a sustentabilidade desses habitats. Dessa forma, os tardígrados atuam como mediadores essenciais na transformação de matéria orgânica em formas assimiláveis por plantas e outros organismos, reforçando sua importância ecológica.

Além de sua função como decompositores, os tardígrados também atuam como consumidores primários em cadeias alimentares microscópicas. Eles servem como presas para outros microrganismos, como nematóides, rotíferos e pequenos artrópodes, integrando-se à teia alimentar de ecossistemas aquáticos e terrestres (Guidetti et al., 2012). Em ambientes aquáticos, por exemplo, os tardígrados são uma fonte importante de alimento

para larvas de insetos e outros invertebrados, contribuindo para a transferência de energia entre diferentes níveis tróficos.

Esses animais também têm sido utilizados como bioindicadores da saúde ambiental. Sua presença e diversidade em um ecossistema podem fornecer informações valiosas sobre a qualidade do ambiente, especialmente em estudos de poluição e degradação de habitats (Ugarte et al., 2023). Por exemplo, a redução na abundância de tardígrados em áreas contaminadas pode indicar impactos negativos sobre a microfauna local, enquanto sua recuperação pode sinalizar a restauração do ecossistema.

Além de sua relevância ecológica, os tardígrados também se destacam como ferramentas pedagógicas valiosas no ensino de Ciências, especialmente quando inseridos em práticas baseadas no ensino investigativo. A relevância educacional desse projeto se evidencia na sua capacidade de contribuir para o aprendizado dos alunos e promover o desenvolvimento de habilidades científicas por meio do ensino investigativo.

### **1.3. Escola Estadual de Educação Profissional Leonardo Dorés**

O Centro Estadual de Educação Profissional Leonardo das Dorés (CEEP Leonardo das Dorés) é uma instituição de ensino de grande importância para a formação profissional e cidadã de jovens e adultos, localizada na cidade de Esperantina, no estado do Piauí. Fundada em 1973, inicialmente oferecendo turmas do ensino médio, a escola passou a ser uma instituição técnica profissionalizante em 2008. Em dezembro de 2016, a escola foi transferida para um novo prédio, o que proporcionou um ambiente moderno e mais adequado para as atividades pedagógicas e práticas de seus alunos. O nome da escola é uma homenagem a Leonardo da Senhora das Dorés Castelo Branco (1789-1873), um renomado poeta, prosador, cientista, mecânico e revolucionário brasileiro.

Segundo Castro (2020), Leonardo nasceu na Fazenda Taboca, que hoje é Esperantina, no estado do Piauí. Ele se destacou por seu papel ativo nas lutas pela independência do Brasil, particularmente em 1823, quando comandou um contingente de 600 homens e venceu a resistência portuguesa na cidade de Piracuruca, na Guerra da Independência. Além de seu engajamento político e militar, Leonardo também se notabilizou por suas contribuições ao desenvolvimento da ciência e da mecânica, tornando-se uma figura de relevância histórica e cultural para o Piauí.

O CEEP Leonardo das Dorés tem como missão assegurar a excelência do ensino

profissional para adolescentes, jovens e adultos, por meio de cursos técnicos nas modalidades do ensino médio integrado regular, subsequente e Educação de Jovens e Adultos (EJA). Seu objetivo é promover a formação de profissionais altamente capacitados, que desenvolvam habilidades e competências necessárias para o exercício da cidadania e para a inserção no mercado de trabalho como técnicos qualificados.

A escola oferece 13 cursos técnicos nas áreas de Análises Clínicas, Guia de Turismo, Serviços Jurídicos, Saúde Bucal, Enfermagem, Recursos Humanos, Agente Comunitário de Saúde, Segurança do Trabalho, Programação de Jogos Digitais, Desenvolvimento de Sistemas, Marketing Digital, Contabilidade, Informática e Administração. Com uma equipe de 75 professores e 50 funcionários, o CEEP Leonardo das Dores atende 1.045 alunos, distribuídos nos três turnos (manhã, tarde e noite).

A infraestrutura da escola é composta por 12 salas de aula climatizadas e laboratórios especializados, incluindo um laboratório de química com equipamentos de ponta, projetado para proporcionar aos alunos uma experiência prática e de alta qualidade nas disciplinas científicas. Além disso, a escola conta com outros laboratórios nas áreas de enfermagem, saúde bucal e física, auditório, quadra esportiva, biblioteca e anfiteatro, criando um ambiente de aprendizado completo e acessível a todos os estudantes (Figura 2).

Entre os projetos pedagógicos desenvolvidos pela instituição, destacam-se iniciativas como o "Projeto Juntos para Avançar", o "Festival Junino", a "Gincana Cultural", as "Olimpíadas", a "Semana Presente", a "Semana da Enfermagem", o "Torneio de Matemática" e a "Feira das Profissões", que visam promover o desenvolvimento integral dos alunos, e estimular a participação ativa e o engajamento em diversas áreas do conhecimento e da cultura.

A missão da escola é qualificar seus alunos de forma integral, habilitando-os como profissionais nas áreas escolhidas, e prepará-los para o sucesso acadêmico e no mercado de trabalho. O CEEP Leonardo das Dores se destaca como uma referência em educação profissional, comprometido com a formação de cidadãos responsáveis e competentes, capazes de contribuir significativamente para o desenvolvimento social e econômico de sua comunidade.





**Figura 2** - Vista da escola CEEP Leonardo das Dores (Esperantina, Piauí).

Fonte: Talita Cavalcante, 2024

Dessa maneira, este projeto teve como objetivo ensinar os estudantes a investigar os tardígrados nas redondezas da escola CEEP Leonardo das Dores (Piauí), por meio da abordagem do ensino investigativo e analisar as percepções dos alunos sobre a execução dessa atividade.

## **2 OBJETIVOS DO TRABALHO**

### **2.1 Objetivo geral**

Integrar os tardígrados no ensino de Biologia por meio de atividades investigativas.

### **2.2 Objetivos específicos**

- a)** Realizar com alunos do Ensino Médio a coleta e observação dos tardígrados, além do registro do número de organismos em cada amostra.
- b)** Avaliar o impacto da atividade prática de coleta e observação de tardígrados no engajamento e motivação dos alunos.
- c)** Elaborar um Guia Ilustrado como produto educacional resultante deste projeto, baseado nas observações dos tardígrados na escola, destacando características morfológicas, comportamentais e informações relevantes para promover o entendimento científico dos colegas e da comunidade escolar.

### 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa analisou as percepções dos alunos do Ensino Médio sobre uma atividade prática investigativa envolvendo a coleta e observação de tardígrados, culminando na elaboração de um Guia Ilustrado como produto educacional. A escolha dos tardígrados se deve às suas características singulares, como a resistência a condições extremas e a ampla distribuição em diferentes habitats, favorecendo a abordagem de conceitos como biodiversidade e adaptação no ensino de Biologia.

Antes da realização da atividade principal com os alunos, uma coleta preliminar de musgos foi conduzida nas dependências da escola CEEP Leonardo das Dores, no estado do Piauí, com o objetivo de verificar a presença de tardígrados no ambiente. As amostras coletadas foram preparadas em laboratório pela professora e analisadas sob microscópio óptico. A presença dos tardígrados foi confirmada, conforme registrado no Apêndice A.

Com base na confirmação da viabilidade da metodologia de coleta e análise, uma segunda etapa preparatória foi realizada, denominada Atividade de Aplicação em Sala de Aula (AASA), com a participação de nove alunas do 3º ano do Ensino Médio. Essa atividade teve como propósito testar a sequência metodológica proposta para a atividade principal, identificar possíveis dificuldades operacionais e realizar ajustes necessários. Durante a AASA, as estudantes realizaram a coleta, hidratação e observação de amostras de musgos, utilizando microscópios ópticos com ampliação de 40x. Foram encontrados dois tardígrados durante essa fase preliminar. A experiência permitiu identificar pontos de melhoria, como a necessidade de organização mais eficiente dos materiais, a definição de um tempo mínimo de duas horas para a hidratação das amostras e a elaboração de instruções mais claras para os participantes. Os ajustes realizados com base na AASA contribuíram para a otimização da aplicação principal do projeto com a turma inteira.

A população do estudo foi composta por alunos do 3º ano do curso Técnico em Análises Clínicas do Centro Estadual de Educação Profissional Leonardo das Dores localizado em Esperantina- PI, com 19 participantes ativos na etapa de coleta de tardígrados, divididos em cinco grupos, em um universo total de 29 alunos matriculados.

Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/2012, que regulamenta pesquisas envolvendo seres humanos, a garantia ética aos participantes foi assegurada durante toda a execução da pesquisa. Foram respeitados os princípios de privacidade, sigilo e

confidencialidade dos dados coletados. Todos os participantes tiveram liberdade para se retirar do projeto a qualquer momento, sem qualquer prejuízo, e foram orientados a buscar apoio no setor psicopedagógico da escola, caso sentissem desconforto.

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (CEP/FS/UnB), sendo aprovado sob o Parecer nº 7.160.157 (Anexo A). A autorização dos pais ou responsáveis legais foi solicitada previamente, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponível no Apêndice E, garantindo o consentimento informado dos alunos participantes.

A proposta foi conduzida seguindo os modelos metodológicos sobre as etapas do ensino por investigação descrita por Ana Carvalho (2018). As etapas fundamentais incluem a formulação do problema para a construção do conhecimento, a transição da ação manipulativa para a ação intelectual na resolução do problema, a tomada de consciência e a construção de reflexão.

### **3.1 Etapas da Aula Investigativa**

Inicialmente os estudantes receberam uma reportagem sobre tardígrados, publicada na revista Galileu em 2016 (Anexo C), com o objetivo de despertar a curiosidade e fomentar a investigação científica. A problemática central, "Será que há tardígrados no ambiente escolar?", foi apresentada como um ponto de partida para o envolvimento dos alunos. Após a leitura, os estudantes participaram de um debate inicial para explorar suas hipóteses e estabelecer conexões entre o tema e o cotidiano.

### **3.2 Coletas das Amostras**

Para a coleta dos micro-organismos, os alunos foram divididos pelo professor em cinco grupos — quatro com quatro integrantes e um com três. Cada grupo recebeu um manual de coleta contendo instruções detalhadas e uma folha para registro de dados (Apêndice B e C). Os alunos foram orientados a coletar amostras em cinco locais distintos da escola: árvores, poça d'água, muro, pátio e jardim. Os materiais coletados incluíram musgos, líquens e água. A coleta foi realizada com o auxílio de ferramentas simples, como pinças e recipientes transparentes, e as amostras foram transportadas ao laboratório para análise.

As coletas foram realizadas no mês de novembro de 2024, no Centro Estadual de Educação Profissional Leonardo das Dores, localizado no município de Esperantina, no estado do Piauí, com coordenadas geográficas 3°52'22" S e 42°14'29" W, a uma altitude de 97 metros (Figura 3). Essa região apresenta clima tropical megatérmico, com temperaturas médias anuais entre 25 °C e 34 °C, caracterizando-se por elevadas temperaturas durante todo o ano. De acordo com o Atlas do Piauí (Fundação CEPRO, 1990; 1995), Esperantina está inserida em uma área de clima quente e úmido, o que favorece a presença de tardígrados em ambientes naturais e urbanos.

### **3.3 Metodologia de Campo**

As amostras foram obtidas em cinco pontos distintos ao redor da escola, considerando as diferenças ambientais e de superfície (como tipo de musgo, líquen, etc.) entre os locais. Os pontos de coleta foram nomeados da seguinte forma: Ponto 1 - Poça d'Água (Lat. 3°52'21" S, Long. 42°14'27" W); Ponto 2 - Musgo abaixo do banco (Lat. 3°52'24" S, Long. 42°14'27" W); Ponto 3 - Líquens em árvore (Lat. 3°52'24" S, Long. 42°14'27" W); Ponto 4 - Musgo nas proximidades da cozinha (Lat. 3°52'22" S, Long. 42°14'27" W); Ponto 5 - Musgo do muro (Lat. 3°52'22" S, Long. 42°14'29" W), e uma amostra extra coletada no ponto (Lat. 3°52'22" S, Long. 42°14'28" W) (Figura 4). Cada grupo registrou a localização exata do ponto de coleta no Google Maps, utilizando seus celulares para garantir o controle espacial dos dados. A coleta foi realizada em áreas específicas, considerando o substrato presente, e o material obtido foi armazenado em béqueres de tamanhos variados, adequados à quantidade coletada, para garantir sua conservação até a análise laboratorial.

### **3.4 Metodologia Laboratorial**

No laboratório, os cinco grupos colocaram os materiais coletados em placas de Petri e adicionaram água destilada para hidratação. Cada amostra foi acondicionada em béqueres de 250 mL contendo musgos ou líquens, iniciando um período de repouso de 2 horas. Simultaneamente, uma amostra extra, previamente hidratada por 24 horas, foi a primeira a ser analisada.

Enquanto os grupos observavam a amostra extra, suas próprias amostras permaneciam em hidratação. O material vegetal da amostra extra foi cuidadosamente espremido sobre uma placa de Petri, liberando a água contendo possíveis microrganismos. Pequenas alíquotas dessa água foram coletadas com pipeta e transferidas para lâminas de vidro, previamente higienizadas com álcool 70% e secas com papel absorvente, assegurando condições adequadas para observação microscópica.

As análises foram realizadas em microscópios binoculares da marca OPTON Tim 2008, um por grupo. Os alunos procuraram por organismos com características típicas do filo Tardigrada.

Concluído o período de hidratação das demais amostras, os grupos repetiram o procedimento de extração da água após a compressão do material vegetal. As análises seguiram a mesma metodologia, baseada nos protocolos descritos por Ramazzotti e Maucci (1983) e Degma, Bertolani e Guidetti (2009).

A identificação dos indivíduos restringiu-se à caracterização morfológica geral. Não foi realizada classificação taxonômica em nível de espécie, sendo o foco a observação, registro e descrição dos organismos identificados. Ao término das análises, os musgos e líquens utilizados, por não apresentarem risco químico ou biológico, foram devolvidos ao jardim da escola, seguindo uma conduta de descarte ambientalmente responsável e alinhada aos princípios de sustentabilidade adotados no projeto.

Durante a execução das atividades de coleta, realizadas em ambientes externos, foram identificados locais seguros e fornecidas orientações adequadas sobre o uso dos equipamentos de proteção individual (EPIs), garantindo a segurança dos participantes, como sapatos fechados, calças compridas, máscaras e luvas. As amostras biológicas foram manipuladas com rigorosos cuidados de higiene, incluindo o uso de álcool 70% para desinfecção de materiais e equipamentos.

Além disso, para evitar fadiga visual durante o uso prolongado dos microscópios ópticos, foram estabelecidos períodos adequados de descanso, e óculos de proteção foram disponibilizados, quando necessário. Dessa maneira, todos os riscos potenciais foram minimizados, garantindo a segurança, o bem-estar e a integridade dos participantes, conforme as diretrizes éticas estabelecidas para a pesquisa.

### 3.5 Análises de Dados

Em relação aos tardígrados, a análise se concentrou na identificação e quantificação das amostras encontradas durante a coleta. A partir das amostras de musgo e líquen, foi possível observar a presença dos tardígrados, sendo que a identificação dos indivíduos foi feita com base em suas características morfológicas. As amostras foram cuidadosamente examinadas sob microscópio, permitindo verificar a morfologia característica dos tardígrados, como a presença de quatro pares de patas atarracadas e a estrutura do corpo, que se mostrou rechonchuda e com movimentos típicos da espécie.

A frequência de ocorrência foi calculada com base na quantidade de locais (amostras) e no número de vezes em que os tardígrados foram encontrados, permitindo entender a distribuição desses organismos no local da coleta. As amostras com maior número de tardígrados indicam uma área mais rica em biodiversidade, onde as condições ambientais são mais favoráveis para a presença desses animais microscópicos.

Ao final das observações dos tardígrados, os alunos participaram de discussões orientadas sobre os resultados obtidos, relacionando suas descobertas com os conhecimentos prévios e o contexto biológico. Um questionário foi então aplicado para os alunos. A aplicação do questionário teve o objetivo de avaliar a resposta dos alunos ao conteúdo abordado e à metodologia empregada, assim como o grau de engajamento e motivação percebido durante as aulas. O questionário utilizado para avaliar as percepções dos alunos foi baseado no instrumento desenvolvido por Velayuthamet *al.* (2011), com adaptações para o contexto da atividade sobre os tardígrados (Anexo B). Este questionário consistiu em 32 questões que utilizaram uma escala de Likert de 1 a 5, permitindo aos alunos expressar seu nível de concordância com afirmações sobre seu envolvimento e compreensão do conteúdo científico abordado, assim como sobre suas habilidades científicas desenvolvidas. Este instrumento forneceu informações valiosas para compreender os fatores motivacionais que influenciaram a participação dos estudantes e a eficácia da abordagem educacional.

#### 4. RESULTADOS

Para o desenvolvimento da atividade investigativa os estudantes coletaram amostras em 5 pontos na escola. Esses pontos estão mostrados na figura 3. Os alunos usaram EPIs como sapatos fechados, calças compridas, máscaras e luvas (figura 4). As amostras hidratadas foram observadas em microscópio óptico como mostrado na figura 5.



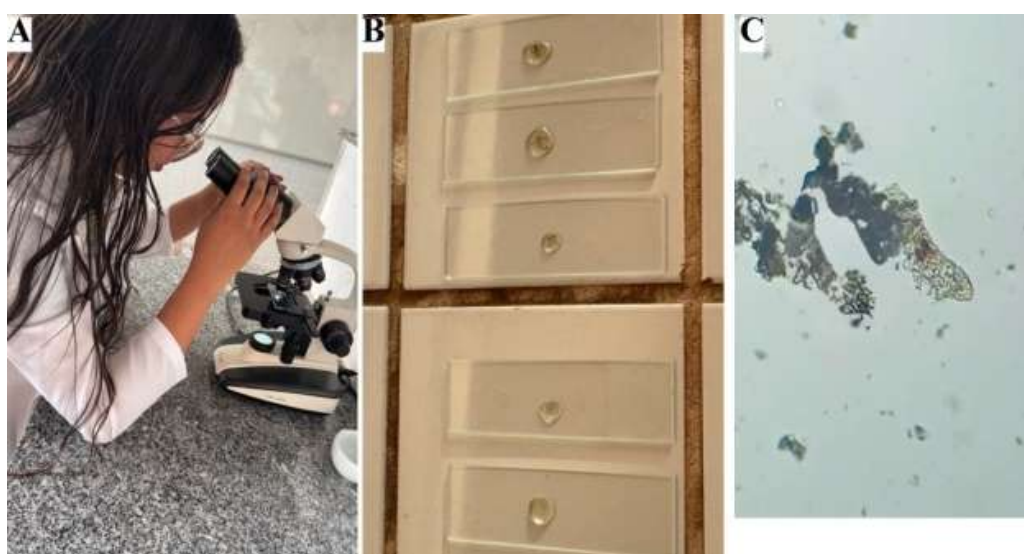
**Figura 3.** Pontos de coleta de amostras na área do CEEP Leonardo das Dores, Esperantina. Ponto 1 - Poça d'Água, Ponto 2 - Musgo embaixo do banco, Ponto 3 - Líquens em árvore, Ponto 4 - Musgo nas proximidades da cozinha e Ponto 5 - Musgo no muro.  
Fonte: Google Earth, 2024.



**Figura 4.** Coleta de amostras no ambiente escolar. (A) Ponto 1 - Poça d'Água. (B) Ponto 2 - Musgo embaixo do banco. (C) Ponto 3 - Líquens em árvore. (D) Ponto 4 - Musgo nas proximidades da cozinha. (E) Ponto 5 - Musgo no muro.  
Fonte: A própria autora (2024)



A figura 5 ilustra três etapas fundamentais do processo de observação microscópica, conduzido durante a pesquisa. Na imagem A, é possível notar a observação de uma amostra ao microscópio, destacando a interação dos alunos com o equipamento e a importância dessa ferramenta para o estudo de micro-organismos. A imagem B apresenta as lâminas preparadas com as amostras coletadas, evidenciando a organização e o cuidado necessário no preparo do material para análise. Por fim, a imagem C exibe a identificação do tardígrado nas amostras coletadas reforçando a relevância da observação microscópica para o estudo da biodiversidade em escalas reduzidas.



**Figura 5** - Processo de observação microscópica.

A) Observação de uma amostra no microscópio. B) Lâminas preparadas com as amostras coletadas. C) Imagem de um tardígrado observado nas lâminas.

Fonte: A própria autora (2024).

Durante a atividade investigativa, os alunos preencheram folhas de anotações com os dados coletados, incluindo informações sobre o local da coleta, o número de lâminas utilizadas, a presença ou ausência de tardígrados e outros microrganismos observados. A Figura 6 apresenta as anotações dos grupos 3 e 4, que obtiveram resultados distintos

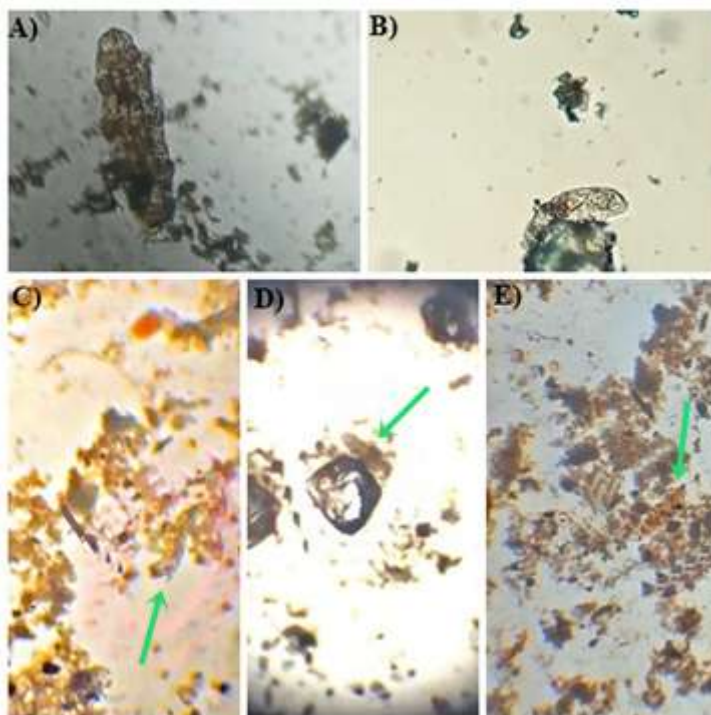


**Figura 6-** Folhas de anotações dos grupos 3 e 4.

Fonte: Elaborado pelos alunos durante a atividade investigativa (2024).

Os registros das folhas de anotações demonstram a variação na presença de tardígrados entre os diferentes micro-habitats analisados. No Ponto 3, os alunos não encontraram tardígrados, apenas um rotífero. Já no Ponto 4, foram identificados três tardígrados e dois rotíferos, sugerindo que os musgos podem representar um ambiente mais favorável para esses organismos. Essa diferença pode estar relacionada à umidade ou outros fatores ecológicos que influenciam a presença de tardígrados nos micro-habitats.

Durante a análise das amostras, foram encontrados cinco tardígrados: um no ponto 2 (musgo embaixo do banco), três no ponto 4 (musgo nas proximidades da cozinha) e mais um, na amostra extra, previamente hidratada por 24 horas (Figura 7). Nenhum tardígrado foi encontrado nas demais amostras.

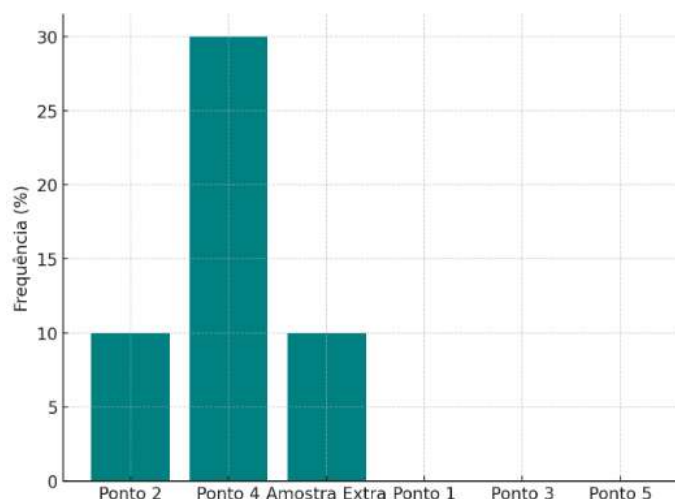


**Figura 7.** Tardígrados observados nas amostras coletadas.

A) Tardígrado encontrado no Ponto 2 (musgo embaixo do banco); B) Tardígrado encontrado na amostra extra; C) D) e E) Tardígrados encontrados no Ponto 4 (musgo nas proximidades da cozinha).

Fonte: A própria autora (2024)

Também foram observados outros organismos típicos da briofauna, como rotíferos e nematóides, que estão frequentemente associados a ambientes úmidos e ao ecossistema de musgos e líquens, conforme descrito por Gonçalves (2013). Um gráfico de barras foi usado para ilustrar o resultado (Figura 8).



**Figura 8 -** Frequência de tardígrados encontrados nas amostras analisadas.

Fonte: O próprio autor (2024)

#### 4.1 Respostas ao Questionário

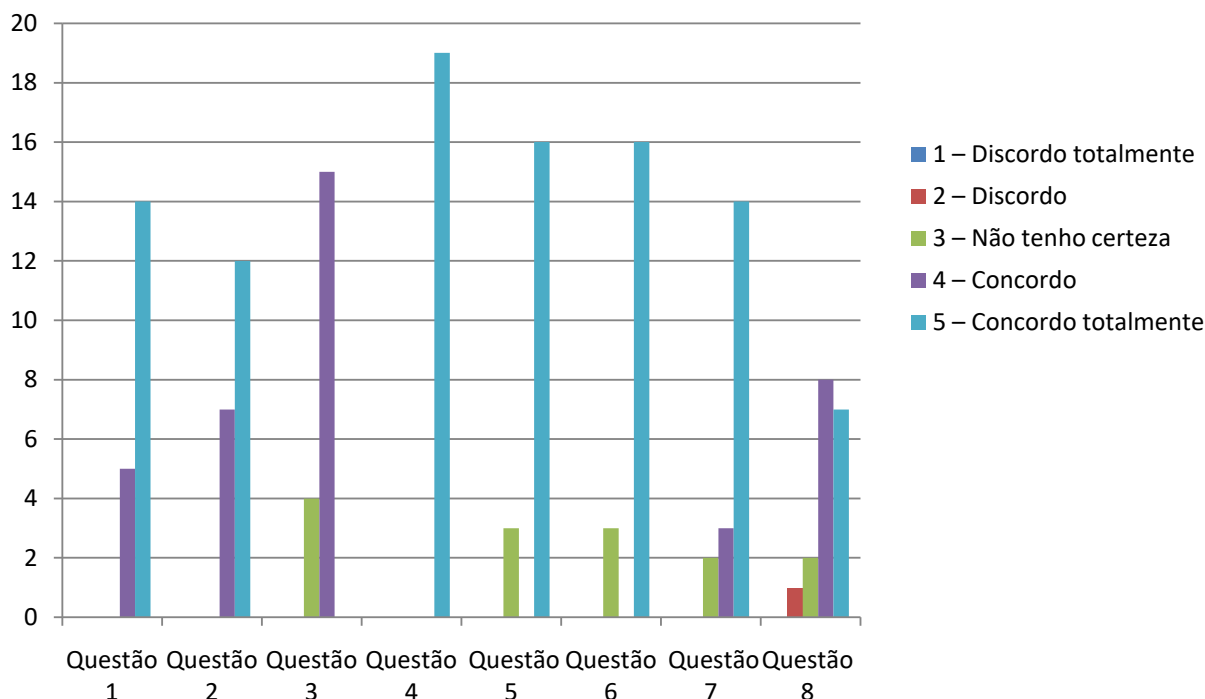
Os resultados apresentados referem-se às respostas ao questionário com 32 perguntas, detalhadas no Quadro 1, organizadas em quatro eixos: percepção sobre atividades práticas, importância do ensino investigativo, desafios para a implementação de metodologias ativas e sugestões para a melhoria do ensino de Biologia. A partir das respostas, foram elaborados 4 gráficos que evidenciam as principais tendências e os obstáculos enfrentados, permitindo uma análise quantitativa e qualitativa das percepções dos estudantes.

**Quadro 1** – Perguntas do questionário aplicado aos alunos

Questões
1. Um dos meus objetivos foi aprender o máximo que puder.
2. Um dos meus objetivos foi aprender novos conteúdos de biologia.
3. Um dos meus objetivos é dominar novas habilidades científicas.
4. É importante que eu compreenda o que fiz.
5. É importante para mim aprender o conteúdo científico que foi ensinado.
6. É importante para mim que eu melhore minhas habilidades científicas.
7. É importante que eu compreenda o que está sendo ensinado para mim.
8. Compreender ideias científicas é importante para mim.
9. O que eu aprendi pode ser usado no meu dia a dia.
10. O que aprendi é interessante.
11. O que aprendi é útil para eu saber.
12. O que aprendi é um suporte para mim.
13. O que eu aprendi é relevante para mim.
14. O que eu aprendi tem valor prático.
15. O que eu aprendi satisfaz minha curiosidade.
16. O que eu aprendi me incentivou a pensar.
17. Fui capaz de dominar as competências que foram ensinadas.
18. Fui capaz de descobrir como realizar tarefas difíceis.
19. Mesmo que o trabalho científico seja difícil, posso aprender.
20. Posso realizar trabalhos difíceis se tentar.
21. Vou receber uma boa nota.
22. Aprendi com o trabalho que fizemos.
23. Consegui compreender os conteúdos ensinados.
24. Fui bem nesse assunto.
25. Mesmo quando as tarefas foram desinteressantes, continuei a fazê-las.
26. Eu trabalhei duro mesmo não gostando do que estava fazendo.
27. Continuei o trabalho mesmo que houvesse coisas melhores para fazer.
28. Concentrei-me para não perder pontos importantes.
29. Terminei o trabalho e as tarefas no prazo.
30. Não desisti mesmo quando o trabalho foi difícil.
31. Concentrei-me nas aulas.
32. Continuei trabalhando até completar o que deveria fazer.

Fonte: Velayutham et al., 2011.

A figura 9 apresenta as respostas dos alunos em relação à percepção sobre o uso de atividades práticas no ensino de Biologia. De acordo com os dados, a maioria dos alunos demonstra uma percepção positiva em relação a essas atividades. Por exemplo, a Questão 4, 100% dos alunos (19 respostas) concordaram totalmente que as atividades práticas facilitam a compreensão dos conceitos biológicos.

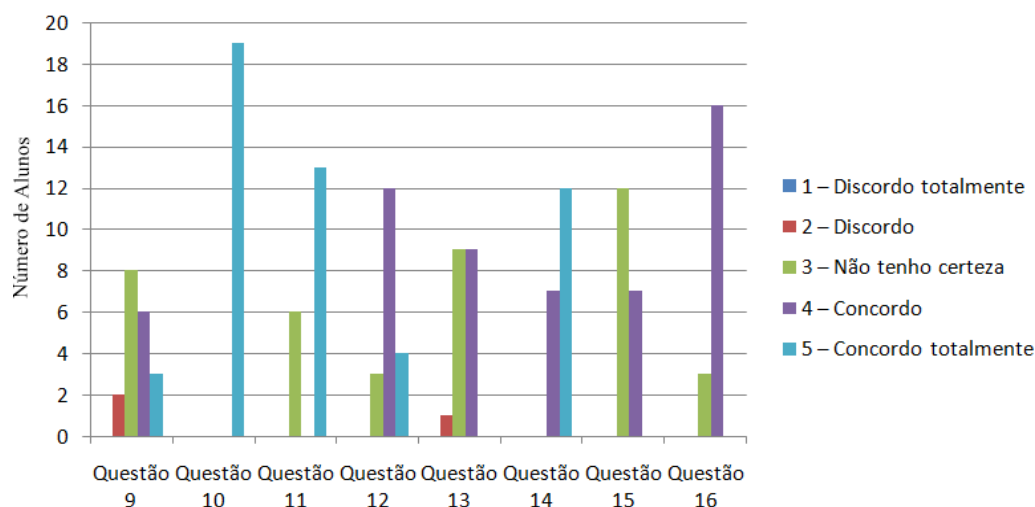


**Figura 9** – Percepção dos alunos sobre o uso de atividades práticas no ensino de Biologia

Afirmativas correspondentes às questões do eixo X: **1)**Um dos meus objetivos foi aprender o máximo que puder; **2)**Um dos meus objetivos foi aprender novos conteúdos de Biologia; **3)**Um dos meus objetivos é dominar novas habilidades científicas; **4)**É importante que eu compreenda o que fiz; **5)**É importante para mim aprender o conteúdo científico que foi ensinado; **6)** É importante para mim que eu melhore minhas habilidades científicas; **7)** É importante que eu compreenda o que está sendo ensinado para mim; **8)**Compreender ideias científicas é importante para mim.

Fonte: Dados da Pesquisa

Na figura 10, observa-se que 80% dos alunos consideram o ensino investigativo uma abordagem "muito eficaz" para a compreensão de conceitos biológicos, enquanto 15% o avaliam como "eficaz". Apenas 5% dos respondentes não atribuíram importância significativa a essa metodologia. Esses dados corroboram a literatura, que destaca o ensino investigativo como uma estratégia eficaz para promover a alfabetização científica e o pensamento crítico (Sasseron; Carvalho, 2011).

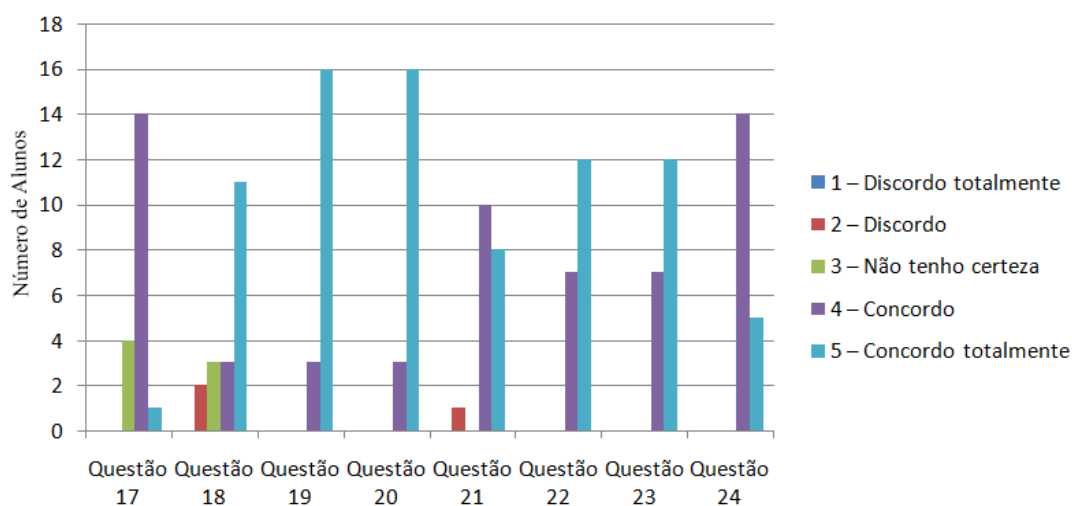


**Figura 10 – Avaliação da importância do ensino investigativo**

Afirmativas correspondentes às questões do eixo X: **9)** O que eu aprendi pode ser usado no meu dia a dia; **10)** O que aprendi é interessante; **11)** O que aprendi é útil para eu saber; **12)** O que aprendi é um suporte para mim; **13)** O que eu aprendi é relevante para mim; **14)** O que eu aprendi tem valor prático; **15)** O que eu aprendi satisfaz minha curiosidade; **16)** O que eu aprendi me incentivou a pensar.

Fonte: Dados da Pesquisa

Enquanto no terceiro conjunto de perguntas mediu a percepção dos alunos sobre sua capacidade de compreender e aplicar os conteúdos. Como nas questões 22 ("Aprendi o trabalho que fizemos") e 23 ("Consegui compreender os conteúdos ensinados") tiveram respostas concentradas em 4 e 5 (Figura 11), evidenciando que a abordagem investigativa facilitou o aprendizado dos conceitos biológicos.

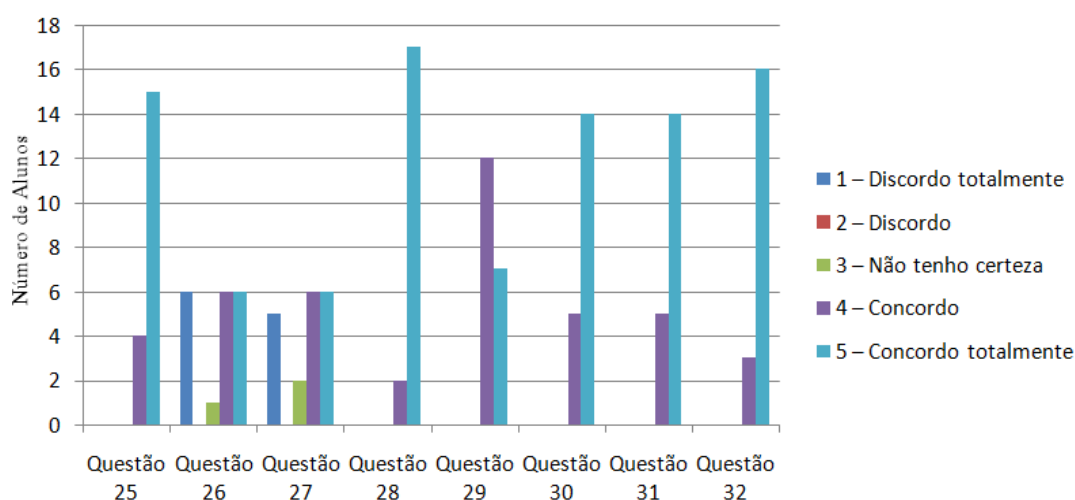


**Figura 11 – Desempenho Acadêmico e Segurança no Aprendizado**

Afirmativas correspondentes às questões do eixo X: **17)** Fui capaz de dominar as competências que foram ensinadas; **18)** Fui capaz de descobrir como realizar tarefas difíceis; **19)** Mesmo que o trabalho científico seja difícil, posso aprender; **20)** Posso realizar trabalhos difíceis se tentar; **21)** Vou receber uma boa nota; **22)** Aprendi

com o trabalho que fizemos; 23) Consegui compreender os conteúdos ensinados; 24) Fui bem nesse assunto.  
Fonte: Dados da Pesquisa.

O último gráfico mostra a resiliência e a persistência dos alunos durante as atividades (Figura 12). Um ponto relevante foi a questão 28 ("Concentrei-me para não perder pontos importantes"), em que 17 alunos marcaram a opção 5. Isso indica que a necessidade de observação detalhada dos tardígrados contribui para o desenvolvimento da autonomia e da perseverança dos alunos (Barrow, 2006).



**Figura 12 – Persistência e Atitude Diante dos Desafios**

Afirmativas correspondentes às questões do eixo X: 25) Mesmo quando as tarefas foram desinteressantes, continuei a fazê-las; 26) Eu trabalhei duro mesmo não gostando do que estava fazendo; 27) Continuei o trabalho mesmo que houvesse coisas melhores para fazer; 28) Concentrei-me para não perder pontos importantes; 29) Terminei o trabalho e as tarefas no prazo; 30) Não desisti mesmo quando o trabalho foi difícil; 31) Concentrei-me nas aulas; 32) Continuei trabalhando até completar o que deveria fazer.

Fonte: Dados da Pesquisa

## 4.2 Guia Ilustrado

Como resultado desta atividade investigativa, foi desenvolvido um guia ilustrado sobre a coleta e observação de tardígrados, com o intuito de ser utilizado por professores nas aulas práticas com seus alunos. Este guia serve como uma ferramenta pedagógica, fornecendo orientações claras e detalhadas sobre os procedimentos necessários para a coleta e a observação de tardígrados em ambiente escolar.

O guia inclui instruções passo a passo, desde a coleta das amostras de musgo e líquen até a preparação das lâminas para observação microscópica. As etapas são acompanhadas de ilustrações que facilitam a compreensão e execução das atividades pelos alunos. Além disso,

o guia apresenta informações teóricas sobre os tardígrados, abordando suas características, habitat e relevância ecológica.

Este material foi desenvolvido com base nas necessidades observadas durante a realização da pesquisa, com o objetivo de proporcionar aos educadores um recurso eficiente para o ensino prático da Biologia. O guia foi planejado para ser uma ferramenta de fácil acesso e utilização, contribuindo para que os professores organizem as aulas de forma dinâmica e eficiente. A versão completa do guia está disponível no Apêndice D.

## **5. DISCUSSÃO**

De acordo com Carvalho (2018), o ensino investigativo se estrutura em três etapas essenciais: a formulação do problema, a transição da ação manipulativa para a ação intelectual, e a construção da reflexão crítica. No desenvolvimento da atividade, essas etapas foram contempladas de forma prática. A formulação do problema foi estimulada ao propor a pergunta norteadora sobre a existência de organismos microscópicos no ambiente escolar, incentivando a curiosidade investigativa dos alunos. A transição da ação manipulativa para a ação intelectual ocorreu quando, além de coletarem e manipularem amostras, os estudantes foram incentivados a interpretar criticamente as observações, levantar hipóteses e relacionar as condições ambientais aos organismos encontrados. Por fim, a tomada de consciência e a construção da reflexão se consolidaram durante a discussão coletiva sobre os resultados e os desafios enfrentados, promovendo a transformação da experiência prática em conhecimento científico reflexivo.

A atividade de coleta, hidratação e observação de tardígrados permitiu que os estudantes experimentassem as etapas do método científico, fortalecendo o raciocínio investigativo e promovendo uma aprendizagem mais significativa, como discutem Sasseron e Carvalho (2011). A realização prévia da Atividade de Aplicação em Sala de Aula (AASA) foi fundamental para antecipar possíveis dificuldades metodológicas e permitiu a adaptação dos procedimentos, aumentando a efetividade da prática principal.

Os resultados demonstraram que os tardígrados foram encontrados nas amostras de musgos, enquanto nas amostras de líquens e na água coletada de superfícies não vegetais não foram observados indivíduos. Esses achados evidenciam que o tipo de habitat influencia diretamente a ocorrência desses organismos, uma vez que os musgos, por sua estrutura porosa



e capacidade de retenção de água, criam condições ambientais mais favoráveis à sobrevivência de micro-organismos como os tardígrados. Essa constatação reforça a importância de considerar fatores ecológicos específicos — como umidade, microclima e tipo de substrato — na investigação científica de organismos microscópicos.

Como os musgos coletados não apresentavam sinais de contaminação visível e foram manuseados com cuidado, os alunos devolveram as amostras para o jardim da escola após a atividade, reforçando práticas de responsabilidade ambiental e conscientização ecológica. Essa ação prática também permitiu promover uma abordagem interdisciplinar, envolvendo conhecimentos de Biologia, Geografia e Ética Ambiental. A partir da Geografia, os estudantes puderam refletir sobre como fatores como umidade, tipo de vegetação e características do solo influenciam a presença de biodiversidade microscópica. No campo da Ética, discutiu-se a importância de realizar práticas de coleta sustentáveis e de preservar os habitats naturais.

Durante a atividade, os alunos registraram suas observações em folhas de anotações específicas para cada grupo. Os registros revelaram que um dos grupos encontrou três tardígrados em sua amostra de musgos coletados próximos à cozinha da escola, enquanto outro grupo, que analisou líquens de árvore, não encontrou nenhum espécime. Essa diferença nos resultados reforçou a importância da variabilidade dos habitats na presença de organismos microscópicos e ilustrou para os alunos que a investigação científica nem sempre conduz a descobertas imediatas. O confronto com o insucesso em algumas amostras foi tratado em sala de aula como parte essencial do processo científico, permitindo que os estudantes compreendessem a necessidade da repetição, da análise crítica dos métodos e da aceitação de incertezas na pesquisa empírica, características fundamentais do ensino investigativo conforme defendem Carvalho (2018) e Bybee (2006).

As primeiras oito questões do questionário de Velayutham (2011), avaliaram o interesse e a motivação dos estudantes em relação ao processo de aprendizado. De maneira geral, os resultados apontaram para um predomínio de respostas positivas nas Questões 1, 2, 4, 5, 6 e 7, indicando que os alunos se mostraram envolvidos e curiosos durante a realização da atividade prática. Essa curiosidade despertada é evidenciada em falas espontâneas como: *“Que legal, é a primeira vez que vou olhar no microscópio!”* (Aluno 5), demonstrando o encantamento e a empolgação dos estudantes diante da oportunidade de utilizar equipamentos científicos e investigar o mundo microscópico.

Na Questão 3 (“Um dos meus objetivos é dominar novas habilidades científicas”),

observou-se que quatro alunos responderam “Não tenho certeza”, enquanto os demais apenas concordaram. Esse dado revela que, embora a atividade tenha favorecido a aprendizagem prática, parte dos estudantes ainda se sentia insegura no domínio das habilidades laboratoriais, especialmente no uso do microscópio. Já a Questão 8 (“Compreender ideias científicas é importante para mim”) apresentou maior dispersão nas respostas em comparação às demais. Embora a maioria dos estudantes tenha manifestado valorização do conhecimento científico, parte deles demonstrou dificuldade em enxergar a ciência como elemento integrante de sua realidade cotidiana. Essa observação reforça a necessidade de contextualização das práticas educativas, como salientam Santos et al. (2022), que defendem a aproximação do conhecimento científico a situações práticas e reais para favorecer seu significado para o estudante.

Já o bloco que avaliou como os estudantes perceberam a importância e a utilidade do conhecimento adquirido por meio da metodologia de ensino investigativo. De modo geral, observou-se forte reconhecimento do valor prático da atividade, com predominância de respostas positivas nas Questões 10, 11, 12, 14 e 16, indicando que os alunos perceberam o aprendizado como relevante para seu desenvolvimento acadêmico e pessoal. Esse reconhecimento reforça o que defendem Barrow (2006) e Borges (2002).

No entanto, a análise das Questões 9, 13 e 15 evidenciou variações importantes. Na Questão 9 (“O que eu aprendi pode ser usado no meu dia a dia”), uma parcela dos estudantes mostrou incerteza quanto à aplicabilidade imediata do conteúdo trabalhado, o que sugere a necessidade de ampliar a contextualização das atividades práticas para torná-las ainda mais próximas da realidade dos alunos, conforme sugerem Santos et al. (2022). Já a Questão 13 (“O que eu aprendi é relevante para mim”) apresentou uma dispersão maior que a esperada, indicando que, embora muitos tenham reconhecido a relevância do conteúdo, outros não conseguiram perceber imediatamente a conexão do estudo dos tardígrados com suas trajetórias acadêmicas ou pessoais. Esse dado reforça a necessidade de explicitar, ao longo da prática investigativa, a importância de estudar seres microscópicos para a compreensão mais ampla da biodiversidade e dos ecossistemas.

A identificação dos tardígrados permitiu explorar a importância desses organismos em estudos de Biologia, incluindo sua resistência a condições extremas e seu papel como bioindicadores de qualidade ambiental. No entanto, a baixa ocorrência de exemplares nas amostras analisadas pode ter impactado a experiência investigativa de parte dos estudantes.

Essa limitação possivelmente contribuiu para a dispersão observada nas respostas da Questão 15 do questionário (“O que eu aprendi satisfaz minha curiosidade”), onde alguns alunos indicaram incerteza ou concordância parcial. A ausência de resultados imediatos ou mais expressivos pode ter gerado dúvidas sobre a relevância do que estava sendo aprendido, refletindo um desafio típico do ensino investigativo: a necessidade de lidar com fenômenos naturais cuja observação depende de variáveis ambientais fora do controle dos estudantes e do professor. Essa situação foi discutida em sala de aula, reforçando que a investigação científica, muitas vezes, envolve lidar com resultados inesperados e que o aprendizado não depende exclusivamente do sucesso na observação direta, mas da construção crítica do conhecimento a partir das experiências realizadas.

Nas questões que avalia o desempenho acadêmico e a segurança no aprendizado, os resultados demonstraram, de maneira geral, um alto nível de comprometimento dos alunos, especialmente nas Questões 19, 20, 22, 23 e 24, onde se observou predominância de respostas indicando concordância ou concordância total. Esses dados revelam que, apesar das dificuldades encontradas durante a utilização dos microscópios e a preparação das amostras, os estudantes mantiveram o foco nas tarefas propostas e demonstraram resiliência para superar os obstáculos, aspectos essenciais para a formação de habilidades científicas sólidas.

Entretanto, nas Questões 17, 18 e 21 foi observada uma dispersão maior nas respostas, indicando que, em determinados momentos, alguns alunos sentiram dificuldade em manter o engajamento. A Questão 17 (“Fui capaz de dominar as competências que foram ensinadas.”) e a Questão 18 (“Fui capaz de descobrir como realizar tarefas difíceis.”) apresentaram um número relativamente mais elevado de respostas de incerteza ou discordância parcial. Esse resultado pode ser interpretado como reflexo da natureza desafiadora da prática investigativa: a necessidade de paciência durante a preparação e a observação minuciosa de organismos microscópicos pode não ter sido igualmente motivadora para todos os estudantes. Já a Questão 21 (“Vou receber uma boa nota”) apresentou variação, sugerindo que parte dos alunos ainda associa o sucesso acadêmico apenas à avaliação final e não necessariamente à experiência de aprendizagem em si, o que reforça a importância de desenvolver práticas que valorizem o processo e não apenas o produto, como preconiza Carvalho (2018).

No último bloco que avalia a responsabilidade e o comprometimento dos estudantes no cumprimento das tarefas propostas durante a atividade prática, observou-se que a maioria dos alunos demonstrou responsabilidade e foco, com alto índice de concordância nas

Questões 25, 28, 29, 30, 31 e 32, indicando que conseguiram se organizar e concluir as etapas no tempo previsto.

Entretanto, nas Questões 26 (“Eu trabalhei duro mesmo não gostando do que estava fazendo”) e 27 (“Continuei o trabalho mesmo que houvesse coisas melhores para fazer”), houve uma dispersão mais significativa de respostas, refletindo que alguns estudantes tiveram dificuldades em manter a motivação diante dos momentos de maior repetição e paciência exigida pela atividade. Essa percepção foi expressa por falas espontâneas durante a prática, como: “*Já usei 10 lâminas e não achei nada.*” (Aluno 6), evidenciando o esforço repetitivo sem resultados imediatos, e também: “*Demorou, mas achei um tardígrado!*” (Aluno 11), demonstrando que, apesar das dificuldades, houve persistência até o sucesso. Esses relatos evidenciam a importância de proporcionar experiências práticas que desafiem a resiliência dos estudantes e valorização do processo de investigação como parte essencial da construção do conhecimento científico, conforme defendem Cunha et al. (2024).

Nesse sentido, o Guia Ilustrado sobre tardígrados foi desenvolvido como um recurso pedagógico para apoiar professores na implementação de atividades investigativas semelhantes. O material propõe uma sequência didática acessível e adaptável, focando na prática científica e na contextualização do conhecimento, conforme defendido por Santos et al. (2022).

Essa atividade despertou fortes reações de encantamento entre os alunos. Muitos relataram espontaneamente a surpresa e a admiração ao visualizar os tardígrados. Um estudante expressou: “Achei tão bonito o jeito que o tardígrado se mexe” (Aluno 9), evidenciando que, mesmo diante das dificuldades, o contato direto com o objeto de estudo gerou emoções positivas e fortaleceu o vínculo com a prática científica.

Com o objetivo de ampliar ainda mais o acesso às práticas investigativas, o Guia também apresenta alternativas tecnológicas, como o uso de microscópios digitais conectáveis a computadores, tablets ou smartphones, que oferecem boa resolução de imagem a um custo relativamente baixo. Essas alternativas viabilizam a observação de micro-organismos em escolas com menor disponibilidade de recursos, permitindo que um número maior de estudantes tenha a oportunidade de vivenciar o processo científico de forma ativa e significativa.

## 6. CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo avaliar a aplicação do ensino investigativo por meio da coleta e observação de tardígrados, com a intenção de compreender as percepções dos alunos sobre o processo de aprendizagem em Biologia. A metodologia aplicada permitiu que os estudantes experimentassem etapas fundamentais do método científico, fortalecendo a curiosidade, o raciocínio investigativo e a autonomia intelectual, em consonância com as propostas de Carvalho (2018) e Santos et al. (2022).

Durante a execução do projeto, foram identificadas limitações importantes, como a infraestrutura laboratorial restrita, a dificuldade técnica inicial dos alunos no uso do microscópio e o tempo reduzido para a realização completa da atividade. A baixa ocorrência de tardígrados em algumas amostras impactou parcialmente a percepção dos estudantes, o que exigiu mediações constantes para manter o interesse e a motivação ao longo do processo investigativo. Esses desafios, longe de desqualificar a proposta, reforçam a importância de preparar atividades flexíveis e adaptáveis à realidade escolar.

A análise dos dados obtidos a partir do questionário aplicado revelou que a maioria dos alunos demonstrou interesse e envolvimento com a atividade, embora parte dos estudantes tenha expressado incerteza quanto à aplicabilidade imediata do conteúdo, especialmente evidenciada nos gráficos relacionados à percepção de importância do que foi ensinado. As falas espontâneas registradas, como "*Achei tão bonito o jeito que o tardígrado se mexe*" e "*Demorou, mas achei um tardígrado*", revelam o impacto emocional positivo da prática, apesar das dificuldades.

O Guia Ilustrado sobre Tardígrados, desenvolvido como produto educacional deste trabalho apresenta-se como uma potencial ferramenta pedagógica para apoiar atividades de ensino investigativo em Biologia, por meio de instruções claras, recursos visuais e sugestões de alternativas como o uso de microscópios digitais., com instruções claras, recursos visuais e a apresentação de alternativas como microscópios digitais. O material foi disponibilizado gratuitamente na internet, por meio da plataforma Blogger, com o link de acesso indicado no Apêndice D deste trabalho. Além disso, versões impressas foram distribuídas a cinco escolas estaduais da cidade de Esperantina-PI, fortalecendo a proposta de democratização do ensino investigativo e da popularização do conhecimento científico em diferentes contextos educacionais.

Sobretudo, é importante destacar que este estudo representa uma contribuição inédita no contexto do Piauí, sendo pioneiro na coleta e observação de tardígrados em ambiente escolar local. Essa experiência abre possibilidades para novas práticas pedagógicas e investigações científicas envolvendo organismos microscópicos, reforçando a importância da pesquisa contextualizada para a formação científica dos estudantes.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. de (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2006.
- BAPTISTA, M.; CARVALHO, C.; FREIRE, S.; FREIRE, A. **Investigações e práticas inclusivas no ensino das ciências: um estudo com alunos em risco de abandono escolar**. Actas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2007.
- BARROS, Rodolfo Corrêa de. **Pesquisa sobre tardígrados no Brasil: visão geral e checklist atualizado**. 2020.
- BARROW, Lloyd H. **Uma breve história da investigação: de Dewey aos padrões**. Journal of Science Teacher Education, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.
- BOOTHBY, Thomas C. et al. Tardigrades use intrinsically disordered proteins to survive desiccation. **Molecular Cell**, v. 65, n. 6, p. 975-984.e5, 2017.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: 3º e 4º ciclos – Apresentação dos temas transversais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BUO, Carrie et al. Camp Bioscience: developing a biology summer camp for upper elementary students. **Journal of STEM Outreach**, v. 4, n. 1, p. 1-14, 2021.
- BYBEE, R. W. Investigação científica e ensino de ciências. In: FLICK, L. B.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Investigação científica e natureza da ciência**. Biblioteca de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 25, 2006.
- CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.
- CASTRO, Valdemir Miranda de. **Esperantina: cidade da gente: estudos regionais: ensino fundamental**. 1. ed. Esperantina: Didáticos Editora, 2020.
- CORRÊA FILHO, José Januário. **Aula de campo: como planejar, conduzir e avaliar?**. Editora Vozes Limitada, 2018.
- COSTA, A. A. A. **Guia didático: ensino por investigação em aulas de campo na educação em ciências**. 2023.
- COTTEN, Hannah; MILLER, William R. Tardigrades in Texas: fifth graders collaborate to add three new records to the state. **The Texas Journal of Science**, v. 74, n. 1, artigo 3, 2022.
- DEGMA, Peter; BERTOLANI, Roberto; GUIDETTI, Roberto. *Actual checklist of Tardigrada species (2009–2019)*. Modena: **Università di Modena e Reggio Emilia**, 2019.

DEGMA, Peter; GUIDETTI, Roberto. *Actual checklist of Tardigrada species (2009–2024)*. 44th ed. Modena: University of Modena and Reggio Emilia; Bratislava: Comenius University, 2025.

CUNHA, MARCIA BORIN DA et al. Metodologias ativas: em busca de uma caracterização e definição. **Educação em Revista**, v. 40, p. e39442, 2024..

DUSO, L. et al. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 15 (2), 29-44 [em linha]. 2013.

GONÇALVES, Sofia Resende. Os Tardígrados como Descritores de Impacte de Fogos Florestais: Ensaio Preliminares. 2013.

GOOGLE EARTH. **CEEP Leonardo das Dores**.Google, 2024. 1 imagem de satélite, color., 2D. Google Câmera: 804 m, Lat. 3°52'16"S, Long. 42°14'40"W, 88 m. Disponível em: [https://earth.google.com/web/search/ceep+leonardo+das+dores/@3.8728127,42.24119941,98.94486314a,843.0728587d,35y,0h,0t,0r/data=CoUBGlcSUQokMHg3OTJiODc1ZTNINWQ4ODM6MHhkMmY5NmUzOWFhZjk1MWQzGYZEkdMfw7AIUxoN5\\_fHkXAKhdjZWVwIGxlb25hcmRvIGRhcyBkb3JlcxgCIAEiJgokCQaRy6wgA7AEW2xSoo8\\_w7AGQy4fWxuHkXAIWEewPluH0XAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCP\\_\\_\\_\\_\\_wEQAA](https://earth.google.com/web/search/ceep+leonardo+das+dores/@3.8728127,42.24119941,98.94486314a,843.0728587d,35y,0h,0t,0r/data=CoUBGlcSUQokMHg3OTJiODc1ZTNINWQ4ODM6MHhkMmY5NmUzOWFhZjk1MWQzGYZEkdMfw7AIUxoN5_fHkXAKhdjZWVwIGxlb25hcmRvIGRhcyBkb3JlcxgCIAEiJgokCQaRy6wgA7AEW2xSoo8_w7AGQy4fWxuHkXAIWEewPluH0XAQgIIAToDCgEwQgIIAEoNCP_____wEQAA). Acesso em: 14 de nov. 2024.

GUIDETTI, Roberto et al. O que podemos aprender com os animais mais resistentes da Terra? Ursos aquáticos (tardígrados) como organismos modelo multicelulares para realizar preparações científicas para a exploração lunar. **Ciência Planetária e Espacial**, v. 74, n. 1, p. 97-102, 2012.

JØRGENSEN, Aslak; KRISTENSEN, Reinhardt M.; MØBJERG, Nadj. Filogenia e taxonomia integrativa de Tardigrada. **Ursos d'água: A biologia dos tardígrados**, p. 95-114, 2018.

KACZMAREK, Łukasz; MICHALCZYK, Łukasz; MCINNES, Sandra J. Annotatedzoogeographyof non-marine Tardigrada. Part III: North America and Greenland. **Zootaxa**, v. 4203, n. 1, p. 1–249–1–249, 2016.

KINCHIN, Ian M. The biology of tardigrades. **(No Title)**, 1994.

MOREIRA, Isabela. 5 coisas que você precisa saber sobre os tardígrados. **Revista Galileu**, 13 jan. 2016. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2016/01/5-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-os-tardigrados.html>. Acesso em: 25maio 2024.

NELSON, D. R.; BARTELS, P. J.; GUIL, N. Tardigrade Ecology,[in:] Schill RO (ed.), *Water Bears: The Biology of Tardigrades*. 2018.

NELSON, Diane R.; GUIDETTI, Roberto; REBECCHI, Lorena. Phylum tardigrada. In: **Thorp and covich's freshwater invertebrates**. Academic Press, 2015. p. 347-380.

NUNES, Inês; DOURADO, Luís. Conceções e práticas de professores de Biologia e Geologia relativas à implementação de acções de Educação Ambiental com recurso ao trabalho laboratorial e de campo. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 8, n.



2, p. 671-691, 2009.

PULSCHEN, André Arashiro; MENEGHIN, Silvava Perissatto. Estabelecimento de uma cultura de tardígrados limno-terrestres em laboratório e desenvolvimento de metodologias alternativas de desidratação de tardígrados. **Evidência**, v. 10, n. 1-2, p. 69-85, 2010.

RAMAZZOTTI, G.; MAUCCI, W. The Phylum Tardigrada. *Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiologia* Dott. Marco de Marchi. **Instituto italiano di idrobiologia, Verbania Pallanza**, p. 1-1012, 1983.

SANTANA, Ana Júlia Soares; MOTA, Maria Danielle Araújo. Natureza da Biologia, ensino por investigação e alfabetização científica: uma revisão sistemática. **Revista Educar Mais**, v. 6, p. 450-466, 2022.

SANTOS, Fernando Santiago. A importância da biodiversidade. **Revista Paidéi@-Revista Científica de Educação a Distância**, 2010.

SANTOS, Monique Cesnik Martins dos et al. O ensino de biologia por investigação: um estudo de caso contextualizado no ensino de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Educação**, v. 27, p. e270058, 2022.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 17, p. 97-114, 2011.

SCHILL, Ralph O. (Ed.). **Ursos d'água: A biologia dos tardígrados**. Springer, 2019.

SENICIATO, Tatiana; CAVASSAN, Osmar. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 10, p. 133-147, 2004.

SILVA, G. L. da; PIMENTEL, E. T. Metodologias ativas de aprendizagem para o ensino de ciências: uma revisão sistemática. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. e1773, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.4-153. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/1773>. Acesso em: 28 abr. 2025.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 97-114, 2015.

UGARTE, Pedro Danel de Souza et al. Georeferenced database and interactive online map of limnoterrestrial and freshwater Tardigrada from Central and South America. **Biota Neotropica**, v. 23, n. 3, p. e20231498, 2023.

VELAYUTHAM, Sunitadevi; ALDRIDGE, Jill; FRASER, Barry. Development and

validation of an instrument to measure students' motivation and self-regulation in science learning. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 15, p. 2159-2179, 2011.

VIVEIRO, Alessandra Aparecida; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. As atividades de campo no ensino de ciências: reflexões a partir das perspectivas de um grupo de professores. **Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores [online]**. São Paulo: Editora UNESP e Cultura Acadêmica, 2009a. Cap, v. 2, p. 27-42, 2009.

WINCHESKI, Riley; ABRAMSON, Charles; SOMERS, Amanda. Tardigrades as a teaching model of learning. **International Journal of Comparative Psychology**, v. 33, 2020.



## APÊNDICE A – TARDÍGRADOS ENCONTRADOS NOS ARREDORES DA ESCOLA



**Figura A1.** Primeira observação de tardígrados. Os tardígrados foram encontrados em uma amostra de musgo coletada pela docente nos arredores da escola CEEP Leonardo das Dores (Piauí) antes da aplicação de uma ASAA e da atividade com a classe completa. A imagem foi obtida usando um microscópio, e a foto foi tirada com o celular.

**Fonte:** Elaborada pelo autor (2024).

## APÊNDICE B- MANUAL DE COLETA

### Manual de

### Coleta

TARDIGRADOS



#### Equipamentos de Coleta:

- Pinças
- Pipetas
- Placas de Petri
- Recipientes com tampa
- Jaleco
- Luvas
- Máscaras
- Sapatos fechados

#### Materiais de Registro:

- Planilhas impressas para anotação
- Celulares com o app Google Maps para marcar locais de coleta

#### Equipamentos de Observação:

- Microscópios ópticos
- lâminas
- Água mineral

01



#### Preparação:

Vista o jaleco, as luvas e a máscara.  
Reúna todo o material necessário.



02

**Divisão em Grupos:** A turma será dividida em 5 grupos.

Cada grupo escolherá um local de coleta:

Grupo 1: Musgos em uma árvore

Grupo 2: Árvores

Grupo 3: Muro da escola

Grupo 4: Solo

Grupo 5: Liquenes em uma rocha

03

#### Coleta das Amostras:

Use pinças para coletar amostras de musgos, líquenes, solo ou água.

Coloque as amostras nos recipientes com água mineral.  
Rotule cada recipiente com o local de coleta e a data.



04

#### Marcação dos Locais:

Use o app Google Maps no celular para marcar as coordenadas dos locais de coleta.  
Anotar essas coordenadas na planilha impressa.

05

#### Incubação:

Deixe as amostras em água mineral por 2 horas no mínimo à temperatura ambiente. Após a incubação, remova cuidadosamente o material vegetal e o solo.



#### Preparação das Lâminas:

- Coloque uma gota da água incubada em uma lâmina.
- Observação ao Microscópio: Ajuste o microscópio para uma ampliação adequada.
- Observe a amostra e procure por tardigrados.
- Anote o número de tardigrados observados em cada amostra.

#### Registro de Dados:

- Utilize a planilha impressa para registrar:
- Tipo de amostra (solo, musgo, líquen, água)
- Local de coleta (com coordenadas)
- Número de tardigrados observados
- Características morfológicas dos tardigrados
- Fotografia e Vídeo: Se possível, capture imagens ou vídeos dos tardigrados observados.

## APÊNDICE C- FOLHA DE REGISTRO

**ANOTAÇÕES**

TIPO DE AMOSTRA (SOLO, MUSGO, LIQUEN, ÁGUA)  
LOCAL DE COLETA (COM COORDENADAS)  
NÚMERO DE TARDÍGRADOS OBSERVADOS  
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DOS TARDÍGRADOS  
QUANTAS LÂMINAS UTILIZADAS

The form consists of six green rectangular boxes arranged in a 3x2 grid. Each box has a small circle in the top-left corner and a small 'x' in the top-right corner. At the bottom of the form, there are two cartoon tardigrades (water bears) standing on a patch of green grass.



## APÊNDICE D – GUIA ILUSTRADO

Disponível em: <https://explorandomundodostardigrados.blogspot.com/2025/05/o-objetivo-deste-guia-ilustrativo-e.html> Acesso em: 14 de julho 2025.



## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), sob o Código de Financiamento 001. Agradeço pelo incentivo e financiamento que possibilitaram o desenvolvimento desta pesquisa, contribuindo para a formação e aprimoramento profissional na área de ensino de Biologia.



## OBJETIVO DO GUIA

O objetivo deste guia ilustrativo é fornecer um passo a passo claro e acessível para a coleta e observação de tardígrados no ambiente escolar. Ele é destinado a auxiliar professores na aplicação de atividades investigativas em Biologia, com objetivo de promover o interesse e a compreensão sobre esses organismos microscópicos, destacando sua importância ecológica e suas características únicas. Por meio de instruções detalhadas e ilustrações, o guia pretende tornar o processo de coleta e análise de amostras simples e eficiente, utilizando materiais encontrados facilmente no cotidiano escolar. Além disso, conseguimos que o guia pode incentivar a curiosidade científica e o aprendizado prático, permitindo que os estudantes explorem a biodiversidade invisível ao seu redor. Este guia apresenta todas as etapas para coletar, preparar e observar esses organismos, utilizando os princípios do ensino investigativo descritos por Ana Carvalho (2018).

## SUMÁRIO

1. O QUE SÃO OS TARDÍGRADOS.....	5
2. PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE.....	6
3. MATERIAIS NECESSÁRIOS.....	10
4. EQUIPAMENTO DE SEGURANÇA.....	12
5 ETAPAS PARA A COLETA E OBSERVAÇÃO.....	13
5.1 Escolha do Local.....	14
5.2 Coleta da Amostra.....	14
5.3 Preparação da Amostra.....	15
5.4 Observação ao Microscópio.....	16
5.4 Descarte dos Materiais.....	17
6. SUGESTÃO PRÁTICAS PARA PROFESSORES.....	19
7 RELATO DA EXPERIÊNCIA.....	21
8 CONSIDERAÇÕES PEDAGÓGICAS.....	23
REFERÊNCIAS.....	24
APÊNDICE A - Manual de Coleta.....	25
APÊNDICE B - Folha de Registro.....	26



## 1. O QUE SÃO OS TARDÍGRADOS?



Os tardígrados, comumente conhecidos como ursos-d'água, são organismos microscópicos que despertam grande interesse na comunidade científica devido às suas notáveis características biológicas. Com um corpo segmentado e extremidades pontiagudas de garras, esses seres medem entre 0,5 e 1,5 milímetros de comprimento e podem ser encontrados em varios ambientes. Eles habitam desde ecossistemas marinhos até terrestres, incluindo solos, musgos e líquens (Nelson et al., 2015).

Uma das características mais fascinantes dos tardígrados é sua capacidade de entrar em um estado de criptobiose, um mecanismo de sobrevivência no qual o animal reduz seu metabolismo ao mínimo e suas células desidratam. Essa habilidade permite resistir a condições ambientais extremas (Boothby et al., 2017), tais como:

- Temperaturas extremas, de -200 °C a 151 °C.
- Congelamento.
- Ausência de oxigênio.
- Ausência de água.
- Níveis de radiação ionizantes até 1.000 vezes maiores que a dose letal para os seres humanos.
- Exposição a várias substâncias químicas nocivas.
- Vácuo e em baixa pressão, como no espaço.
- Pressão atmosférica extrema até seis vezes maior que as regiões mais profundas dos oceanos.



## 2. PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE

A atividade investigativa é dividida em três momentos principais, seguindo a abordagem de Ana Carvalho (2018):

### **Momento 01: Introdução ao Tema com Problemática**

**Objetivo:** Instigar a curiosidade dos alunos e introduzir o tema.

**Atividade:** Apresente uma reportagem ou folheto introdutório sobre tardígrados (modelo disponível na página seguinte).

Em seguida, proponha perguntas problematizadoras, tais como:

- “Será que podemos encontrar tardígrados em nossa escola?”
- “Quais ambientes seriam mais propícios para esses organismos?”

Oriente os alunos a formular hipóteses sobre onde encontrar tardígrados no ambiente escolar, incentivando a investigação a partir de suas próprias percepções e conhecimentos prévios.



## 5 coisas que você precisa saber sobre os tardígrados

O filo dos tardígrados é um dos mais fascinantes da natureza. As criaturas microscópicas – além de terem uma aparência adorável – são capazes de sobreviver em diversos tipos de condições extremas, como no vácuo do espaço e em temperaturas de 80°C negativos, por exemplo.

Até o momento, cientistas encontraram 1000 espécies do filo e cada descoberta é mais empolgante do que a outra. O filo sobreviveu às cinco principais extinções em massa ocorridas na Terra.

Os fósseis dos tardígrados são de mais de 500 milhões de anos atrás, quando os primeiros animais mais complexos estavam começando a se desenvolver.

O filo foi descoberto por um pastor chamado Johann August Ephraim Goeze em 1773. Mas foi só três anos depois, na Itália, que as habilidades especiais dos tardígrados foram reconhecidas.



Imagem de um tardigrado (Foto/Canva)

Os tardígrados também possuem uma espécie de "kryptonita", que não é tão ruim quanto parece: eles precisam estar sempre na água, caso contrário, ficam desidratados e entram em um estado de hibernação. Trata-se do processo de criptobiose, no qual os tardígrados se encolhem em uma espécie de bolinha e produzem um revestimento extra em seus corpos que os protege de elementos que poderiam matá-los.

Em 1948, um zoólogo italiano afirmou ter encontrado em um museu tardígrados hibernando em musgo seco – eles teriam sobrevivido por 120 anos. Quarenta e sete anos depois, o experimento foi replicado e as criaturas sobreviveram em criptobiose por oito anos.

Os tardígrados costumam ser os primeiros a colonizar ambientes rigorosos. O biólogo Byron Adams, da Universidade Brigham Young, nos Estados Unidos, deu um exemplo em entrevista ao Vox: "Quando um vulcão entra em erupção e a lava passa por todo o ecossistema, este morre. Nesse caso, os tardígrados são os primeiros animais multicelulares a colonizar o ambiente. Eles se alimentam de micróbios que vivem por ali".

A partir daí, os tardígrados acumulam elementos essenciais para a vida, como nitrogênio, carbono e fósforo, e conseguem sobreviver.

No fim de novembro de 2015, cientistas da Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, anunciaram ter descoberto que 17,5% do DNA dos tardígrados é exógeno, ou seja, desconhecido ao organismo deles. Em termos de comparação, a maioria dos animais tem menos de 1% de DNA exógeno em seus genomas.

### Qualquer uma pode encontrar um tardígrado

Apesar de terem entre 0,3 a 0,5 milímetros de comprimento, os tardígrados podem ser encontrados facilmente. A Faculdade Carleton, nos Estados Unidos, inclusive, fez um guia de como encontrar as criaturas. Confira algumas das dicas:

1. Colete um montinho de musgo ou líquen (seco ou úmido) e o coloque em um prato raso.
2. Deixe ensopado de água (de preferência água da chuva ou água destilada) por até 24 horas.
3. Remova e descarte o restante da água.
4. Chacoalhe ou esprema os montinhos de musgo/líquén em outra louça para coletar a água que ficou acumulada.
5. Examine essa água em um microscópio.



**Se os tardígrados conseguem sobreviver em condições extremas, será que podemos encontrá-los aqui na escola? Onde vocês acham que eles poderiam estar escondidos?**

MOREIRA, Isabela. 5 coisas que você precisa saber sobre os tardígrados. Revista Galileu, 13 jan. 2016. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2016/01/5-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-os-tardigrados.html>. Acesso em: 25 maio 2024.





## Momento 02: Passagem da Ação Manipulativa para a Ação Intelectual

**Objetivo:** Desenvolver habilidades práticas e conectar teoria à prática.

**Atividade:** Realize a coleta das amostras nos locais escolhidos pelos alunos. Oriente-os no preparo das amostras e na observação ao microscópio. Durante esse momento, incentive os estudantes a fazerem anotações sobre o que observam e a relacionarem essas observações com os conceitos biológicos previamente discutidos.

Entregue dois materiais essenciais para a atividade:

- **Manual de Coleta:** com instruções detalhadas para a coleta das amostras.



- **Folha de Anotações:** para registro das observações durante a prática.



Esses materiais estão disponíveis no Apêndice A (Manual de Coleta) e no Apêndice B (Folha de Anotações) deste guia. A turma deverá ser dividida em grupos — em um número ajustado conforme a quantidade de alunos presentes — para facilitar a organização e o acompanhamento da atividade.

### **Momento 03: Tomada de Consciência e Construção de Explicações**

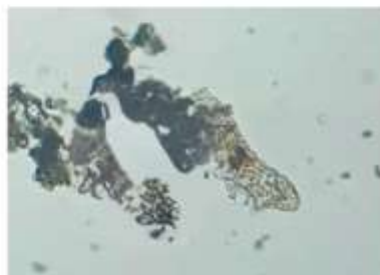
**Objetivo:** Estimular o pensamento crítico e a elaboração de explicações científicas.

**Atividade:** Promova uma discussão em grupo para analisar os resultados obtidos durante a atividade prática. Estimule a reflexão por meio de perguntas como:

- “O que vocês observaram? As hipóteses estavam corretas?”
- “O que aprendemos sobre os tardígrados e seus habitats?”

Finalize com a construção coletiva de explicações baseadas nas observações realizadas e na fundamentação teórica discutida ao longo da atividade. A figura a seguir apresenta a imagem de um tardígrado observado ao microscópio óptico.

Figura A: Imagem de um tardígrado observado nas lâminas.





### 3. MATERIAIS NECESSÁRIOS



#### Lista de Materiais



Microscópio



Conta-gotas ou pipetas



Placas de Petri



Lâminas





Água destilada  
ou filtrada



Pinça



Musgos



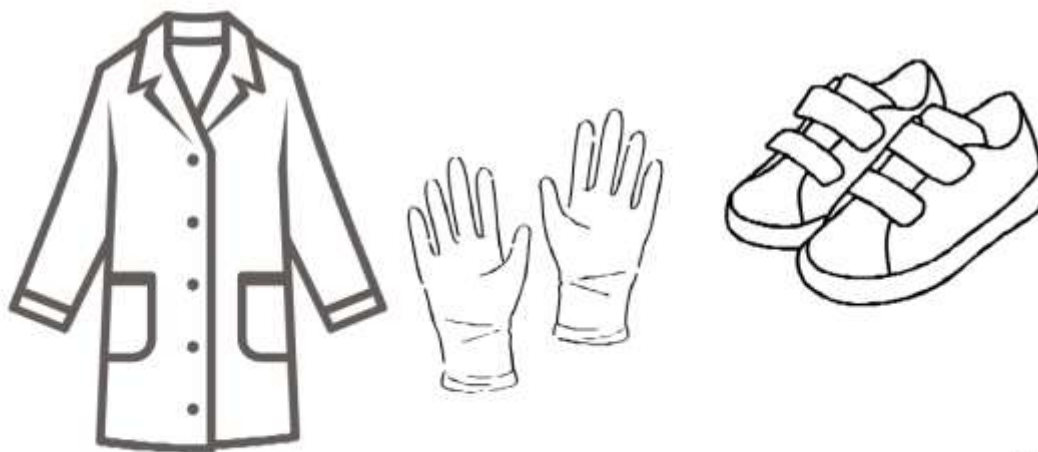
Líquens

## 4. EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA

Para garantir a segurança durante o processo de coleta e observação dos tardígrados, recomendamos o uso dos seguintes Equipamentos de Proteção Individual (EPI) :

- **Jaleco:** Utilizado para proteger o corpo e as roupas contra sujeira ou substâncias presentes nas amostras.
- **Luvras descartáveis:** Evitam o contato direto com o material coletado, garantindo a higiene durante o experimento.
- **Sapatos fechados:** Protegem os pés durante o deslocamento em áreas externas, onde serão realizadas as coletas.

Embora o uso de óculos de proteção e máscara não seja necessário para esta atividade, pois não há de conter materiais perigosos, o uso dos EPIs mencionados acima é fundamental para garantir a segurança e o conforto durante o experimento.





## 5. ETAPAS PARA A COLETA E OBSERVAÇÃO

### 5.1 Escolha do Local

Procure por ambientes úmidos, onde há maior chance de encontrar os tardígrados (Figura B)

- Paredes cobertas de musgo ou líquens, que retêm umidade.
- Troncos de árvores onde líquens e cogumelos podem crescer.
- Musgos sob bancos ou outras superfícies que ficam à sombra e acumulam umidade.
- Beiras de poças d'água em áreas do pátio, onde a água pode ficar acumulada.
- Paredes úmidas, principalmente aquelas em áreas sombreadas ou que ficam expostas à umidade ou chuva.

Figura B: Exemplos de coleta de amostras (A a E).





## 5.2 Coleta da Amostra

A coleta de amostras para observação de tardígrados deve ser feita seguindo os passos abaixo:

- Utilize uma pinça para remover delicadamente amostras de fungos ou líquens. Evite coletar material seco ou sujo, pois isso pode comprometer a qualidade da amostra.
- Colete pequenas porções de musgo ou líquen. Mesmo uma pequena quantidade de amostra pode conter uma população significativa.
- Após a coleta, transfira as amostras para uma placa de Petri ou recipiente pequeno (Figura C).

Figura C: Musgos em placas de Petri.





## 5.3 Preparação da Amostra



Após a coleta das amostras, uma preparação deve ser realizada no laboratório para garantir a observação correta dos tardígrados.

Siga os passos abaixo:

1. **Adição de Água** : Encharque o musgo ou líquen por completo, adicionando água destilada ou filtrada até formar uma camada de aproximadamente 1 cm no fundo da placa.
2. **Período de Descanso** : Deixe uma amostra em descanso no mínimo por duas horas . Esse tempo permitirá que os tardígrados absorvam água e voltem a ficar ativos.
3. **Manuseio Cuidadoso** : Evite movimentar ou agitar uma amostra. Mantenha-a estável e úmida para preservar as condições ideais de observação.
4. **Espremer a Amostra** : Após o período de reidratação, esprema o musgo ou líquen para liberar os tardígrados e a água em uma nova placa ou qualquer outro recipiente limpo.
5. **Transferência para a Lâmina** : Após o período de descanso, utilize uma conta-gotas ou pipeta para transferir uma gota de água para uma lâmina. Não é necessário usar lamínula.

**Dica :** Para otimizar o tempo do experimento, é conveniente preparar uma amostra extra com 24 horas de antecedência. Dessa forma, enquanto as novas amostras descansam, pode iniciar a observação com a amostra extra já hidratada.







## 5.4 Observação ao Microscópio



### Como utilizar o microscópio ...

Para observar os tardígrados, utilize um microscópio com fator de ampliação entre 15x e 40x . Examine cuidadosamente uma amostra para identificar organismo com quatro pares de patas, que se movem lentamente e ondulam o corpo rechonchudo. Note que o último par de patas pode estar voltado para trás e pode ser confundido com uma cauda ou com o final do corpo do tardígrado.

Se não observar nenhum tardígrado, substitua a água na placa de Petri e tente com outra amostra de musgo até encontrar um tardígrado. A repetição do processo pode ser necessária, visto que a presença de tardígrados pode variar entre as amostras.



Imagem de um tardígrado observado ao microscópicos

**Fonte:** Shutterstock, 2021.

**Se você encontrar um tardígrado:**

Adição de Água (preferencialmente destilada ou filtrada) : Se necessário, adicione uma pequena quantidade de água à lâmina para manter o tardígrado em boas condições e evitar que seque.

**Retorno à Amostra (opcional):**

Recolocação : Se você deseja devolver o tardígrado à sua amostra original para uma observação mais prolongada, retire cuidadosamente a água da lâmina usando um conta-gotas e adicione-a de volta à placa de Petri com o musgo ou líquen.

## 5.5 Descarte dos Materiais

**Descarte da Lâmina :**

Limpeza : Após a observação, lave a lâmina com água e detergente. Se necessário, desinfete os equipamentos com uma solução adequada.

**Descarte da Água :**

Descarte na pia : A água da lâmina pode ser descartada na pia, desde que você tenha certeza de que não há substâncias químicas perigosas. Após o descarte, limpe a pia com água e detergente para remover qualquer resíduo.

**Devolução dos musgos e líquens ao seu local de origem:**

Após a análise laboratorial, recomenda-se que os musgos e líquens sejam devolvidos ao ambiente de origem, sempre que possível, preferencialmente no mesmo local de coleta. Essa prática contribui para a preservação dos micro-habitats naturais e reforça o compromisso com a sustentabilidade. Ao ser inserida na atividade prática, a devolução dos organismos integra conhecimentos de **Biologia** (preservação dos seres vivos), **Geografia** (compreensão do espaço e do ambiente onde foram coletados) e **Ética Ambiental** (responsabilidade socioambiental), promovendo uma abordagem interdisciplinar no ensino de Ciências.

**Documentação:**

Documente suas observações, incluindo qualquer informação importante sobre o tardígrado e as condições de sua amostra. Isso pode incluir fotos ou qualquer comportamento observado.





## 6. SUGESTÕES PRÁTICAS PARA PROFESSORES



*Dica: O uso de microscópios digitais, inclusive modelos mais simples e com custo acessível, pode facilitar a observação coletiva ao projetar as imagens em telas ou monitores. Isso torna a atividade mais inclusiva e engajadora para a turma.*



**Fonte:** Amazon. Microscópio Digital SKYBASIC 4.3" LCD. Disponível em: [www.amazon.com.br](http://www.amazon.com.br). Acesso em: 12 maio 2025.

- ✦ **Carga horária estimada:** a atividade pode ser realizada em aproximadamente **4 a 6 horas** no total, podendo ser distribuída em **dois dias** — um para a introdução e coleta e outro para a observação e discussão dos resultados.
- ✦ **Flexibilidade de tempo:** em escolas com limitação de carga horária, recomenda-se realizar a atividade em etapas, ao longo de **dois turnos diferentes** (ex: um dia para a coleta e outro para o uso do microscópio).
- ✦ **Turmas grandes:** para facilitar o manejo, é recomendável **reduzir o número de alunos por grupo** (ex: de 4 a 5 alunos). Caso isso não seja possível, organize rodízios entre os grupos para o uso do microscópio e da bancada.

- ✦ **Uso de copos de acrílico ou plástico:** esses recipientes são úteis para **armazenar as amostras coletadas** e também para **mantê-las hidratadas** antes da observação, especialmente quando não for possível realizar a análise imediatamente.
  
- ✦ **Preparo prévio dos alunos:** realizar um **treinamento introdutório sobre o uso do microscópio** pode evitar dificuldades durante a parte prática e otimizar o tempo.
  
- ✦ **Amostras extras:** incentive os alunos a coletarem **uma ou duas amostras a mais** além das previstas, pois algumas podem não conter organismos visíveis.
  
- ✦ **Uso do Google Maps:** oriente os alunos a **registrarem seus pontos de coleta com o celular**, utilizando o Google Maps para documentar com precisão os locais de amostragem.

## 7. RELATO DA EXPERIÊNCIA

### Onde os Tardígrados Foram Encontrados

Para desenvolver o guia sobre a coleta e observação de tardígrados, realizei uma atividade prática com meus alunos no CEEP Leonardo das Dores, localizado no estado do Piauí.

#### **Divisão da Atividade em Três Momentos:**

- Momento 01: Introdução ao Tema com Problemática  
Entreguei uma reportagem sobre tardígrados para despertar a curiosidade dos alunos e introduzir o tema.
- Momento 02: Passagem da Ação Manipulativa para a Ação Intelectual  
Entreguei um manual detalhado para a coleta das amostras, fornecendo uma abordagem prática e orientada para a realização da atividade.
- Momento 03: Tomada de Consciência e a Construção de Explicações  
Discussão dos resultados encontrados, análise das dificuldades enfrentadas e reflexão sobre o processo.

A coleta foi feita às 14 horas, em um dia com temperatura amena e sem precipitações, condições ideais para a coleta.

#### **Tipos de Amostras Coletadas:**

- Musgo encontrado no chão do pátio.
- Musgo em um muro.
- Musgo na parede do refeitório.
- Água de uma poça temporária.
- Musgo debaixo de um banco.

**Resultados da Coleta:**

Foram preparadas muitas lâminas com gotas de água das amostras coletadas e encontrados 5 tardígrados

**Dificuldades Encontradas no Experimento:**

- As alunas apresentaram dificuldades em utilizar o microscópio.
- Houve demora significativa para localizar os tardígrados, levando cerca de 3 horas de análise.
- Foi necessário utilizar um grande número de lâminas para a observação.

**Ajustes Metodológicos Propostos:**

- Redução do número de alunos por grupo: Para garantir um melhor acompanhamento.
- Treinamento prévio do microscópio: Para garantir que todos os alunos saibam como usar o equipamento de forma adequada.
- Inclusão de amostras extras: Para aumentar as chances de encontrar tardígrados.
- Planejamento da atividade em contra-turno: Para otimizar o tempo e os recursos durante o experimento.
- Utilização de lupa ao invés de microscópio: o uso da lupa permite a análise de uma maior quantidade de amostra, aumentando as chances dos alunos encontrarem tardígrados.

## 8. CONSIDERAÇÕES PEDAGÓGICAS

A experiência prática de coleta e observação de tardígrados realizada com os alunos do CEEP Leonardo das Dores contribuiu diretamente para a elaboração deste Guia Ilustrado. A vivência permitiu identificar aspectos importantes da prática investigativa no ensino de Biologia, destacando tanto o potencial pedagógico da atividade quanto os desafios que podem surgir em sua aplicação.

Dificuldades como o uso do microscópio e a necessidade de múltiplas lâminas para encontrar os organismos possibilitaram ajustes metodológicos, como o treinamento prévio dos alunos, a divisão em grupos menores e o planejamento da atividade em contra-turno. Essas adaptações foram incorporadas ao guia como sugestões para facilitar futuras aplicações.

Este material busca apoiar professores na realização de atividades investigativas com ênfase na observação de seres microscópicos. As orientações aqui reunidas oferecem um passo a passo acessível e prático, promovendo o desenvolvimento de habilidades científicas e o engajamento dos estudantes na construção do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

BOOTHBY, Thomas C. et al. Tardigrades use intrinsically disordered proteins to survive desiccation. **MolecularCell**, v. 65, n. 6, p. 975-984.e5, 2017.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileirade Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

NELSON, Diane R.; GUIDETTI, Roberto; REBECCHI, Lorena. Phylum tardigrada. In: **Thorp and covich's freshwater invertebrates**. Academic Press, 2015. p. 347-380.

SHUTTERSTOCK. Brown Ramazzotius tardigrade visible with claws. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/brown-ramazzotius-tardigrado-visible-claws-1963691365>. Acessoem: 13 set. 2024.



## APÊNDICE A- MANUAL DE COLETA

### Manual de Coleta

TARDIGRADOS

**Equipamentos de Coleta:**

- Pinças
- Pipetas
- Placas de Petri
- Recipientes com tampa
- Jaleco
- Luvas
- Máscaras
- Sapatos fechados

**Materiais de Registro:**

- Planilhas impressas para anotação
- Celulares com o app Google Maps para marcar locais de coleta

**Equipamentos de Observação:**

- Microscópios ópticos
- Lâminas
- Água mineral



**Preparação:**

Vista o jaleco, as luvas e a máscara. Reúna todo o material necessário.

01

**Divisão em Grupos:** A turma será dividida em 5 grupos. Cada grupo escolherá um local de coleta:

- Grupo 1: Musgos em uma árvore
- Grupo 2: Árvores
- Grupo 3: Muro da escola
- Grupo 4: Solo
- Grupo 5: Líquenes em uma rocha



02

**Coleta das Amostras:**

Use pinças para coletar amostras de musgos, líquenes, solo ou água. Coloque as amostras nos recipientes com água mineral. Rotule cada recipiente com o local de coleta e a data.



03

**Marcação dos Locais:**

Use o app Google Maps no celular para marcar as coordenadas dos locais de coleta. Anote essas coordenadas na planilha impressa.

04

**Incubação:**

Deixe as amostras em água mineral por 2 horas no mínimo à temperatura ambiente. Após a incubação, remova cuidadosamente o material vegetal e o solo.




**Preparação das Lâminas:**

- Coloque uma gota da água incubada em uma lâmina.
- Observação ao Microscópio: Ajuste o microscópio para uma ampliação adequada.
- Observe a amostra e procure por tardigrados.
- Anote o número de tardigrados observados em cada amostra.

**Registro de Dados:**

- Utilize a planilha impressa para registrar:
- Tipo de amostra (solo, musgo, líquen, água)
- Local de coleta (com coordenadas)
- Número de tardigrados observados
- Características morfológicas dos tardigrados
- Fotografia e Vídeo: Se possível, capture imagens ou vídeos dos tardigrados observados.

## APÊNDICE B- FOLHA DE REGISTRO

# ANOTAÇÕES

TIPO DE AMOSTRA (SOLO, MUSGO, LIQUEN, ÁGUA)  
LOCAL DE COLETA (COM COORDENADAS)  
NÚMERO DE TARDIGRADOS OBSERVADOS  
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DOS TARDIGRADOS  
QUANTAS LÂMINAS UTILIZADAS

<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>
<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>
<div><div></div><div></div><div></div></div>	<div><div></div><div></div><div></div></div>



## APÊNDICE E - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB

Instituto de Ciências Biológicas – IB

Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO

### *Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE*

Convidamos o(a) responsável pelo(a) menor a autorizar a participação de seu filho(a) no projeto de pesquisa "Exploração da Biodiversidade dos Tardígrados: Uma Abordagem Ativa em Biologia no Ensino Médio", sob a responsabilidade da pesquisadora Talita Cavalcante Costa Machado e orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Élide Geralda Campos. Esta pesquisa faz parte do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO, da Universidade de Brasília.

Este projeto tem como objetivo desenvolver uma atividade educativa que consiste no estudo dos tardígrados pelos alunos do Ensino Médio. Os estudantes terão a oportunidade de coletar e observar tardígrados em amostras de musgos coletadas nas proximidades da escola. Por meio dessa experiência prática e significativa no campo da biologia, os estudantes serão incentivados a elaborar perguntas, formular hipóteses e analisar dados, desenvolvendo assim suas habilidades científicas. Após a coleta, os estudantes registrarão o número de tardígrados encontrados em cada amostra para descrever a abundância desses organismos na região. Um Guia Ilustrado será elaborado para orientar docentes que se interessem pela atividade e queiram replicá-la em sua sala de aula. Além disso, aplicaremos um questionário, composto por 32 perguntas, para medir fatores importantes relacionados à motivação e autorregulação dos alunos nas aulas de biologia sobre os tardígrados, com um tempo estimado de 15 a 20 minutos para sua conclusão. Esta avaliação contribuirá para a compreensão das dimensões emocionais e cognitivas envolvidas na aprendizagem científica.

Os riscos associados à participação neste estudo são mínimos e limitados a possíveis desconfortos durante a coleta e análise dos dados. Para minimizar esses riscos, adotaremos as seguintes medidas:

1. **Planejamento e Orientação:** As atividades de coleta serão cuidadosamente planejadas, com a identificação prévia de locais seguros. Os participantes serão orientados sobre o uso de equipamentos de proteção individual, como sapatos fechados, calça comprida, chapéu ou boné, máscaras e luvas.
2. **Práticas de Higiene:** A manipulação de amostras biológicas pode expor os participantes a agentes patogênicos. Para mitigar esse risco, serão adotadas práticas de higiene rigorosas, incluindo o uso de luvas e máscaras, e a desinfecção adequada (uso de álcool 70%) de equipamentos e materiais utilizados na coleta e observação das amostras.
3. **Fadiga Visual:** A exposição prolongada aos microscópios ópticos pode causar fadiga visual. Para reduzir esse risco, serão estabelecidos períodos de descanso adequados durante as atividades de observação e serão fornecidos óculos de proteção, se necessário.
4. **Supervisão:** A coleta será realizada sob a supervisão direta de um responsável capacitado, que estará disponível para ajudar em caso de dúvidas ou problemas.

Assinatura do(a) Responsável:  
Nome / assinatura

Pesquisador Responsável  
Nome e assinatura

Os benefícios incluem a oportunidade de aprender sobre os tardígrados, desenvolver habilidades científicas e despertar o interesse pela biologia e pela conservação ambiental.

Os responsáveis receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que o nome dos participantes não será divulgado, mantendo o mais rigoroso sigilo sobre quaisquer informações que permitam identificá-los.

O(a) responsável pode retirar o consentimento a qualquer momento sem prejuízo para o(a) menor. Não há previsão de despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo durante a coleta de dados e a resposta do questionário. Também não há compensação financeira relacionada à participação, que será voluntária. Caso ocorram, todas as despesas relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como passagem, alimentação no local da pesquisa ou exames) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente da participação na pesquisa, o(a) menor receberá assistência integral e gratuita, obedecendo aos dispositivos legais vigentes no Brasil. Se o(a) menor sentir algum desconforto relacionado aos procedimentos adotados durante a pesquisa, o responsável pode procurar o pesquisador para que possamos ajudar.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se o(a) Senhor(a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor, sinta-se à vontade para entrar em contato a qualquer momento pelo telefone com Talita Cavalcante Costa Machado, no telefone 86 99447-8235, disponível inclusive para ligação a cobrar, ou pelo e-mail [talitacavalcante@gmail.com](mailto:talitacavalcante@gmail.com) ou entre em contato com Élide Geralda Campos, na Universidade de Brasília, no telefone 61 3107-2902 ou 61 99607-4859, disponível inclusive para ligação a cobrar ou pelo e-mail [elida@unb.br](mailto:elida@unb.br).

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail [cepf@unb.br](mailto:cepf@unb.br) ou [cepf@unb@gmail.com](mailto:cepf@unb@gmail.com), horário de atendimento de 08:00h às 14:00h, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde com a participação do menor, pedimos que o(a) responsável assine este documento, que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o(a) responsável pelo(a) menor.

Assinatura do(a) Responsável:

\_\_\_\_\_  
Nome / assinatura

Pesquisador Responsável:

\_\_\_\_\_  
Nome e assinatura

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de \_\_\_\_.



## ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO COMITÊ DE ÉTICA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Apresentação dos tardígrados: uma abordagem investigativa para os estudantes do ensino médio

**Pesquisador:** ELIDA GERALDA CAMPOS

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 82196324.5.0000.0030

**Instituição Proponente:** Instituto de Biologia da Universidade de Brasília

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 7.160.157

#### Apresentação do Projeto:

Conforme documento "PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_2200142.pdf", postado em 09/10/2024:

#### \*Resumo:

O método científico pode ser abordado de diferentes maneiras no ensino médio. Uma dessas maneiras é incluir atividades que envolvam, diretamente, etapas de observação, formulação de hipóteses, experimentação e conclusão. Além disso, o estudo do ambiente e dos seres vivos encontrados onde os estudantes vivem pode despertar seu interesse e a curiosidade pelo mundo que os cerca. Os tardígrados são organismos com uma grande capacidade de sobreviver em condições extremas e de distribuição ubíqua nos ambientes na terra. Esses animais, também conhecidos como "ursos d'água", são seres microscópicos que vivem em ambientes aquáticos e terrestres, incluindo locais inóspitos como as geleiras, desertos e até mesmo o vácuo do espaço. Esse projeto visa desenvolver uma atividade educativa que consiste no estudo dos tardígrados pelos alunos do Ensino Médio. Os discentes terão a oportunidade de coletar e observar tardígrados em amostras de musgos coletadas nas proximidades da escola. Por meio dessa experiência prática e significativa no campo da biologia, os estudantes serão incentivados a elaborar perguntas, formular hipóteses, e analisar dados. Poderão, assim, desenvolver suas habilidades científicas. O projeto pretende

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro  
**Bairro:** Asa Norte **CEP:** 70.910-900  
**UF:** DF **Município:** BRASÍLIA  
**Telefone:** (61)3107-1947 **E-mail:** cep@unb@gmail.com



Continuação do Parecer: 7.160.157

Outros	pdf	11:07:27	CAVALCANTE COSTA	Aceito
Outros	CurriculoLattesTALITACAVALCANTE.pdf	13/05/2024 11:05:36	TALITA CAVALCANTE COSTA	Aceito
Outros	CurriculoLattesElidaGeralda.pdf	13/05/2024 11:04:37	TALITA CAVALCANTE COSTA	Aceito
Outros	CARTADEREVISAOETICA.pdf	13/05/2024 11:02:31	TALITA CAVALCANTE COSTA	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostoPlataformaBrasilTalita.pdf	13/05/2024 11:00:07	TALITA CAVALCANTE COSTA	Aceito
Declaração de concordância	aceiteinstitucional.pdf	13/05/2024 10:55:38	TALITA CAVALCANTE COSTA	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	13/05/2024 10:51:28	TALITA CAVALCANTE COSTA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termoderesponsabilidade.pdf	13/05/2024 10:49:38	TALITA CAVALCANTE COSTA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAO.pdf	13/05/2024 10:44:59	TALITA CAVALCANTE COSTA	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	13/05/2024 10:20:39	TALITA CAVALCANTE COSTA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BRASÍLIA, 15 de Outubro de 2024

Assinado por:  
Cristiane Tomaz Rocha  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília - Campus Darcy Ribeiro  
**Bairro:** Asa Norte **CEP:** 70.910-900  
**UF:** DF **Município:** BRASÍLIA  
**Telefone:** (61)3107-1947 **E-mail:** cepsunb@gmail.com

## ANEXO B- QUESTIONÁRIO ADAPTADO DE VELAYUTHAM ET AL. (2011)

### Questionário sobre o engajamento dos estudantes em aprendizagem adaptativa em biologia

*Velayutham et al, instrumento de avaliação adaptado português*

*Prezados(as) estudantes:*

Aqui estão algumas afirmações sobre você como aluno desta turma. Por favor, leia cada afirmação com atenção. Circule o número que melhor descreve o que você pensa sobre essas afirmações. Esse questionário tem 2 páginas e 32 perguntas.

Não há respostas certas ou erradas. Sua opinião é o que se deseja.

**Para cada afirmação, circule:**

- 1** se discorda totalmente da afirmação
- 2** se discorda da afirmação
- 3** se não tiver certeza sobre a afirmação
- 4** se concorda com a afirmação
- 5** se você concorda totalmente com a afirmação

Certifique-se de dar uma resposta para todas as perguntas. Se você mudar de ideia sobre uma resposta, basta riscá-la e circular outra. Algumas afirmações neste questionário são bastante semelhantes a outras afirmações. Não se preocupe com isso. Basta dar a sua opinião sobre todas as afirmações.

Orientações para metas de aprendizagem

- 1** Discordo totalmente,
- 2** Discordo,
- 3** Não tenho certeza
- 4** Concordo,
- 5** Concordo totalmente

*Nestas aulas sobre os tardígrados...*

1. Um dos meus objetivos foi aprender o máximo que puder.

1    2    3    4    5

2. Um dos meus objetivos foi aprender novos conteúdos de biologia.

1    2    3    4    5

3. Um dos meus objetivos é dominar novas habilidades científicas.

1    2    3    4    5

4. É importante que eu compreenda o que fiz.

1    2    3    4    5

5. É importante para mim aprender o conteúdo científico que foi ensinado.

1    2    3    4    5

6. É importante para mim que eu melhore minhas habilidades científicas.

1    2    3    4    5

7. É importante que eu compreenda o que está sendo ensinado para mim.

1    2    3    4    5

8. Compreender ideias científicas é importante para mim.

1    2    3    4    5

9. O que eu aprendi pode ser usado no meu dia-a-dia.

1    2    3    4    5

10. O que aprendi é interessante.

1    2    3    4    5

11. O que aprendi é útil para mim saber.

1    2    3    4    5

12. O que aprendi é um suporte para mim.

1    2    3    4    5

13. O que eu aprendi é relevante para mim.

1    2    3    4    5



14. O que eu aprendi tem valor prático.

1 2 3 4 5

15. O que eu aprendi satisfaz minha curiosidade.

1 2 3 4 5

16. O que eu aprendi me incentivou a pensar.

1 2 3 4 5

***Nas aulas de biologia sobre os tardígrados...***

17. Fui capaz de dominar as competências que foram ensinadas.

1 2 3 4 5

18. Fui capaz de descobrir como realizar tarefas difíceis.

1 2 3 4 5

19. Mesmo que o trabalho científico seja difícil posso aprender.

1 2 3 4 5

20. Posso realizar trabalhos difíceis se tentar.

1 2 3 4 5

21. Vou receber uma boa nota.

1 2 3 4 5

22. Aprendi o trabalho que fizemos.

1 2 3 4 5

23. Consegui compreender os conteúdos ensinados.

1 2 3 4 5

24. Fui bem nesse assunto.

1 2 3 4 5

***Nas aulas de biologia sobre os tardígrados...***

25. Mesmo quando as tarefas foram desinteressantes, continuei a fazê-las.

1 2 3 4 5

26. Eu trabalhei duro mesmo não gostando do que estava fazendo.

1 2 3 4 5

27. Continuei o trabalho mesmo que houvessem coisas melhores para fazer.

1 2 3 4 5

28. Me concentrei para não perder pontos importantes.

1 2 3 4 5

29. Terminei o trabalho e as tarefas no prazo.

1 2 3 4 5

30. Não desisti mesmo quando o trabalho foi difícil.

1 2 3 4 5

31. Concentrei-me nas aulas.

1 2 3 4 5

32. Continuei trabalhando até completar o que deveria fazer.

1 2 3 4 5

## ANEXO C –REPORTAGEM DA REVISTA GÁLILEU



### 5 coisas que você precisa saber sobre os tardígrados

O filo dos tardígrados é um dos mais fascinantes da natureza. As criaturas microscópicas – além de terem uma aparência adorável – são capazes de sobreviver em diversos tipos de condições extremas, como no vácuo do espaço e em temperaturas de 80°C negativos, por exemplo.

Até o momento, cientistas encontraram 1000 espécies do filo e cada descoberta é mais empolgante do que a outra. O filo sobreviveu às cinco principais extinções em massa ocorridas na Terra.

Os fósseis dos tardígrados são de mais de 500 milhões de anos atrás, quando os primeiros animais mais complexos estavam começando a se desenvolver.

O filo foi descoberto por um pastor chamado Johann August Ephraim Goeze em 1773. Mas foi só três anos depois, na Itália, que as habilidades especiais dos tardígrados foram reconhecidas.



Imagem de um tardígrado (Foto/Canva)

Os tardígrados também possuem uma espécie de "kryptonita", que não é tão ruim quanto parece: eles precisam estar sempre na água, caso contrário, ficam desidratados e entram em um estado de hibernação. Trata-se do processo de criptobiose, no qual os tardígrados se encolhem em uma espécie de bolinha e produzem um revestimento extra em seus corpos que os protege de elementos que poderiam matá-los.

Em 1948, um zoólogo italiano afirmou ter encontrado em um museu tardígrados hibernando em musgo seco – eles teriam sobrevivido por 120 anos. Quarenta e sete anos depois, o experimento foi replicado e as criaturas sobreviveram em criptobiose por oito anos.

Os tardígrados costumam ser os primeiros a colonizar ambientes rigorosos. O biólogo Byron Adams, da Universidade Brigham Young, nos Estados Unidos, deu um exemplo em entrevista ao Vox: "Quando um vulcão entra em erupção e a lava passa por todo o ecossistema, este morre. Nesse caso, os tardígrados são os primeiros animais multicelulares a colonizar o ambiente. Eles se alimentam de micróbios que vivem por ali".

A partir daí, os tardígrados acumulam elementos essenciais para a vida, como nitrogênio, carbono e fósforo, e conseguem sobreviver.

No fim de novembro de 2015, cientistas da Universidade da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, anunciaram ter descoberto que 17,5% do DNA dos tardígrados é exógeno, ou seja, desconhecido ao organismo deles. Em termos de comparação, a maioria dos animais tem menos de 1% de DNA exógeno em seus genomas.

#### Qualquer uma pode encontrar um tardígrado

Apesar de terem entre 0,3 a 0,5 milímetros de comprimento, os tardígrados podem ser encontrados facilmente. A Faculdade Carleton, nos Estados Unidos, inclusive, fez um guia de como encontrar as criaturas. Confira algumas das dicas:

1. Colete um montinho de musgo ou líquen (seco ou úmido) e o coloque em um prato raso.
2. Deixe ensoopado de água (de preferência água da chuva ou água destilada) por até 24 horas.
3. Remova e descarte o restante da água.
4. Chacoalhe ou esprema os montinhos de musgo/líquén em outra louça para coletar a água que ficou acumulada.
5. Examine essa água em um microscópio.



Se os tardígrados conseguem sobreviver em condições extremas, será que podemos encontrá-los aqui na escola? Onde vocês acham que eles poderiam estar escondidos?

MOREIRA, Isabela. 5 coisas que você precisa saber sobre os tardígrados. Revista Galileu, 13 jan. 2016. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2016/01/5-coisas-que-voce-precisa-saber-sobre-os-tardigrados.html>. Acesso em: 25 maio 2024.