



Interdisciplinaridade entre física e biologia para fins de aferição do conteúdo termologia por meio da contextualização e o uso de metodologias alternativas

An interdisciplinary approach to physics and biology for the assessment of the thermology content through contextualization and the use of alternative methodologies

Claudio Geraldo Rocha Caldeira¹

Submetido: 05/10/2025 Aprovado: 03/01/2026 Publicação: 04/02/2026

RESUMO

Este estudo foi realizado com alunos do segundo ano do Ensino Médio de uma escola pública na cidade de Curvelo, Minas Gerais, com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre Termologia, abordando conceitos como calor, temperatura e trocas de calor (condução, convecção e radiação). Apesar do ensino de Física e Biologia abordar esses tópicos anteriormente, identificou-se dificuldade na compreensão, assimilação e ressignificação desses conceitos pelos alunos. Para superar essa lacuna, a pesquisa utilizou uma abordagem interdisciplinar, contextualizada e prática, com a aplicação da metodologia ativa de Sala de Aula Invertida, envolvendo atividades dialógicas, rodas de conversa, sondagens por Google Formulários e experimentos práticos com terrários fechados. Os estudantes assistiram a vídeos e pesquisaram materiais didáticos, realizando a construção de terrários para aplicar os conhecimentos de forma prática e integrada às disciplinas. Os resultados mostraram que essa estratégia facilitou a compreensão dos fenômenos relacionados às trocas de calor e à Termologia, promovendo maior envolvimento e entendimento por parte dos alunos. O uso de metodologias ativas e atividades interdisciplinares mostrou-se eficaz para promover a aprendizagem significativa, superando dificuldades tradicionais e ampliando a compreensão dos conceitos científicos no cotidiano dos estudantes.

Palavras-chave: Termologia. Terrário Fechado. Ciclo da Água. Efeito Estufa. Interdisciplinaridade.

ABSTRACT

This study was carried out with second-year high school students from a public school in the city of Curvelo, Minas Gerais, with the aim of assessing the students' prior knowledge about Thermology, addressing concepts such as heat, temperature, and heat transfer (conduction, convection, and radiation). Although Physics and Biology teaching had previously addressed these topics, difficulties were identified in the students' understanding, assimilation, and reconstruction of these concepts. To overcome this gap, the research employed an interdisciplinary, contextualized, and practical approach, applying the active methodology of the Flipped Classroom, which involved dialogic activities, discussion circles, surveys using Google Forms, and practical experiments with closed terrariums. The students watched videos and researched didactic materials, constructing terrariums to apply their knowledge in a practical manner, integrated across subjects. The results showed that this strategy facilitated the understanding of phenomena related to heat transfer and Thermology, promoting greater engagement and comprehension among the students. The use of active methodologies and interdisciplinary activities proved effective in promoting meaningful learning, overcoming traditional difficulties, and expanding the students' understanding of scientific concepts in their everyday lives.

Keywords: Thermology. Closed Terrarium. Water Cycle. Greenhouse Effect. Interdisciplinarity.

¹ Pós-graduado Lato Sensu, em nível de Especialização. Professor efetivo de Educação Básica vinculado à Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEE/MG). Minas Gerais, Brasil. ✉ caldeiraciencias@gmail.com

1. Introdução

O presente artigo foi desenvolvido em escola pública do Estado de Minas Gerais, Curvelo, com estudantes de uma turma do segundo ano do Ensino Médio, turno matutino. Teve por objetivo a verificação e a análise dos conhecimentos prévios adquiridos no Ensino Fundamental e no Ensino Médio relativos ao tema Termologia. Conceitos de calor, temperatura e trocas de calor: condução, convecção e irradiação bem como sua relação com o cotidiano dos estudantes e sua interligação com a disciplina Biologia foram também abordados.

O tema encontra-se vinculado ao cotidiano dos estudantes, daí a importância em compreender e assimilar conceitos básicos tais como calor e temperatura a fim de compreender os fenômenos relacionados às trocas de calor: condução, convecção e irradiação. Vale ressaltar que as trocas de calor, em Biologia, fazem parte do Ciclo Hidrológico através das mudanças de estado físico da água, ao fenômeno físico do Efeito Estufa, o qual é natural e essencial à vida em nosso Planeta bem como ao metabolismo energético da célula em processos como a fotossíntese e a respiração celular aeróbica. Os tópicos acima mencionados são abordados no Ensino Médio de modo paralelo e isolado de forma que não haja qualquer relação e contextualização com a disciplina Biologia, e inclusive em relação a disciplina Química.

As trocas de calor estão presentes no cotidiano dos estudantes, seja quando o cabo de uma panela é aquecido ao cozinhar-se algo, ao aferir-se a temperatura corporal ou de uma superfície, quando os urubus giram em voos concêntricos no ar, em uma estufa de plantas, o líquido que permanece aquecido em uma garrafa térmica, o refrigerante que permanece gelado dentro de uma caixa de isopor, a instalação e funcionamento de aparelhos de ar condicionado, aquecedores e lareiras de modo que funcionem de maneira eficiente. Temperatura e calor são abordados em Biologia na fotossíntese, na qual fatores do ambiente tais como a temperatura e radiação (luz solar) são fatores limitantes para que o processo ocorra. Em respiração celular aeróbica há liberação de energia na forma de calor.

De acordo com Hewitt (2015, p. 316), condução é a transferência em meios sólidos de energia térmica por meio de colisão de ondas eletromagnéticas ou moleculares, convecção é a transferência de energia térmica no interior de fluido aquecido, seja um gás ou líquido, por meio de correntes, já radiação consiste na transferência de energia por meio de ondas eletromagnéticas.

De forma geral, a Termologia é essencial para a compreensão de assuntos relacionados não somente à vida acadêmica dos estudantes em Ciências da Natureza, mas também que o associem ao seu cotidiano, seja ao medir-se a temperatura corporal, de superfícies, do ar, ao interpretar um climograma, ao informar-se sobre a previsão do tempo em rádios, TV, jornais, sites,

aplicativos de celulares e até pelas redes sociais assim como entender assuntos atuais, como por exemplo, o Aquecimento Global e suas consequências.

Essa pesquisa foca em verificar e aferir os conhecimentos prévios adquiridos no Ensino Fundamental e Ensino Médio relacionados ao tema Termologia, no caso, conceitos de calor, temperatura, trocas de calor (condução, convecção e radiação) de forma interdisciplinar e contextualizada nas disciplinas Física e Biologia e com o uso de material concreto, no caso, terrário fechado, para a aplicação de tais conceitos de forma prática em ambas as disciplinas e atreladas ao cotidiano dos estudantes do Ensino Médio.

A internalização de conceitos adquiridos e sobretudo, aplicá-los de forma prática e consciente pelos discentes torna-se algo árduo. Subjetivo torna-se a aferição da aquisição da aprendizagem pelo docente caso seja realizada somente por meio de avaliações e/ou atividades escritas. Portanto, buscou-se dados/informações com o propósito de responder a seguinte questão: Como o uso de terrário fechado associado ao Ciclo da Água e o processo de Efeito Estufa integrados de modo interdisciplinar e contextualizado entre as disciplinas Física e Biologia contribui para aferir a aquisição de conhecimentos prévios e adquiridos em Termologia, no caso, relacionados às Trocas de Calor (condução, convecção e radiação) e conceitos de calor e temperatura?

Conforme Magalhães e Pastorini (2016), uma atividade prática deve permitir aos estudantes estabelecerem uma ligação entre a teoria e a prática em um contexto social e interativo entre o professor e colegas de modo que possam expor ideias e suposições bem como seus acertos e equívocos. Ademais, a experimentação permite que reformulem conceitos adquiridos em seu dia a dia. Há várias barreiras levantadas pelo docente em relação ao uso de experimentações no ensino de ciências, tais como, a falta de tempo para preparar as aulas, salas com número excessivo de alunos, falta de laboratórios equipados, contudo, o maior desafio é a incapacidade do professor em lidar com o real papel da experimentação no processo ensino e aprendizagem.

O processo de ensino vai além da simples transmissão de conteúdos. Seu propósito central é estimular o pensamento crítico, incentivando os alunos a levantar hipóteses, analisar e interpretar informações e, a partir disso, construir estratégias de resolução de problemas. Esse desenvolvimento ocorre tanto por meio do trabalho colaborativo com os colegas quanto pela reflexão individual e pela tomada de decisões fundamentadas (Lacerda, 2022, p. 228).

Trata-se, a experimentação, inegavelmente de uma ferramenta eficaz não somente no processo de ensino-aprendizagem, mas também no processo de aferição do conhecimento pelo professor de modo prático. Seria um erro, porém, não atribuir a utilização de experimentos de forma concomitante e interdisciplinar com diversas disciplinas no Ensino Médio, tais como a Física, a Biologia, a Química, a Arte, a História e Geografia. Assim, reveste-se de particular

importância a sua utilização nestes componentes curriculares que detêm tópicos semelhantes e complementares. Sob essa ótica, ganha particular relevância a aplicação de conceitos adquiridos de modo prático e interativo entre os estudantes.

De forma geral, a Termologia permeia a vida dos alunos tanto de forma pessoal quanto de forma acadêmica, seja na disciplina de Ciências da Natureza, Ensino fundamental, seja nas disciplinas de Física e/ou Biologia, no Ensino Médio. Com isso, surgiu a necessidade de verificar os conhecimentos prévios adquiridos pelos alunos do 2º ano do Ensino Médio em escola pública na cidade de Curvelo a respeito do tema Termologia, a saber, conceitos de calor, temperatura e as trocas de calor e a aplicação da interdisciplinaridade entre as disciplinas de Ciências da Natureza, no caso, Física e Biologia, a fim de ensinar o conteúdo de forma contextualizada, prática e com uso de metodologias alternativas bem como aferir a aprendizagem, compreensão, internalização e aplicabilidade de tais conceitos pelos estudantes.

Devido à dificuldade de compreensão pelos estudantes da aplicação de conceitos em Termologia no cotidiano de forma prática, essa pesquisa se justifica através da aplicação da interdisciplinaridade e contextualização, nas disciplinas Física e Biologia em contribuição para o seu público alvo a vantagem em entender e relacionar a teoria à prática e aplicá-la no dia a dia como também em sua vida acadêmica.

Para a verificação foi aplicada junto aos discentes duas sondagens através do Google Formulário sobre conceitos de calor e temperatura, assim como meios de propagação de calor (condução, convecção e irradiação). Posteriormente, por meio de aulas dialógicas e rodas de conversa houveram explicações dos estudantes sobre o tema termologia e verificação de conceitos prévios. Após explanação e explicação a respeito dos tópicos em questão pelo docente, foram os discentes separados em sete grupos que ficaram responsáveis pela confecção de terrários fechados.

O docente a fim de orientá-los na respectiva montagem disponibilizou uma série de sete vídeos através do app Whatsapp (grupo de sala) bem como artigos científicos. A posteriori, os alunos levantaram informações sobre o assunto em diversas fontes, (textos e materiais didáticos) a fim de aplicarem os conceitos biológicos e físicos de modo prático a partir da construção do experimento simples preestabelecido.

A apresentação dos tópicos era compulsória e aplicada à metodologia ativa Sala de Aula Invertida. Posteriormente, houve a retomada pelo docente dos conceitos bem como processos físicos e biológicos relacionados em ambas as disciplinas relacionados ao terrário fechado. A Interdisciplinaridade associada a metodologias ativas (Sala de Aula Invertida) foi aplicada de forma contextualizada para o ensino do tópico em questão e de modo prático.

Para o desenvolvimento do presente trabalho, em primeira fase, houveram aulas dialógicas e explicativas seguidas de rodas de conversa em ambas as disciplinas. Divisão de

29 alunos, 17 alunas e 12 alunos, do Segundo Ano do Ensino Médio em 7 grupos. Disponibilização de links relativos a sete vídeos através do app Whatsapp (grupo de sala); base em modelos práticos pré-definidos e utilização da Metodologia Ativa Sala de Aula Invertida bem como artigos científicos.

A posteriori, realizou-se a avaliação oral dos grupos e de seus respectivos integrantes, considerando critérios como a introdução do tema, o comportamento diante da plateia, a capacidade de desenvolvimento do conteúdo, a atividade apresentada e a criatividade demonstrada. Ressalta-se aqui não somente a citação, mas também a explicação espontânea pelos estudantes dos processos fotossintético e respiração aeróbica celular, teia alimentar e ciclos biogeoquímicos (ciclos do nitrogênio, ciclo da água, ciclo do carbono e ciclo do oxigênio).

Em segunda fase, utilizou-se atividade impressa a fim de sondar o conhecimento dos discentes a respeito dos conceitos básicos aplicados no experimento; em Física, conceitos de calor, temperatura e meios de propagação do calor e, em Biologia, Ciclo Hidrológico, Efeito Estufa Natural e Aquecimento Global atrelados às trocas de calor. Tópicos extras mencionados pelos estudantes também foram avaliados: processos fotossintéticos e respiração aeróbica celular, teia alimentar, ciclo do nitrogênio, ciclo do carbono, ciclo da água e ciclo do oxigênio.

Houve culminância do projeto em questão na Semana de Educação para a Vida na instituição de ensino. Assim, houve exposição e explicação do projeto pelos próprios estudantes a respeito da proposta do uso do terrário fechado e tópicos abordados: processos físicos e biológicos envolvidos, o fator do empreendedorismo, valor estético e inclusive, o caráter terapêutico.

Este artigo estrutura-se em quatro capítulos, o primeiro trata do conceito e a importância da Termologia. No segundo capítulo expõe-se o conceito e importância do Ciclo da Água embasado em vários autores. O terceiro capítulo, trata do conceito e importância do terrário fechado. O quarto trata do processo de Efeito Estufa Natural e subtópico sobre Efeito Estufa e Aquecimento Global.

2. Termologia

Segundo Bôas, Doca e Biscuola (2016), Termologia é a parte da Física que estuda os fenômenos relacionados ao ganho ou à perda de calor ou às mudanças de estado físico em que envolvem ganho ou perda de energia nos corpos. Estuda a energia térmica que está relacionada ao grau de agitação das partículas de um corpo e ao calor, que é a energia térmica em trânsito.

Como bem nos assegura Junior, Ferraro e Soares (2009), Termologia é o ramo da Física que estuda os fenômenos térmicos, os quais podem ser de ordem microscópica ou de ordem macroscópica. Os aspectos microscópicos relacionam-se tanto à velocidade das moléculas quanto

à energia e suas interações, por exemplo, grandezas que podem ser medidas de forma indireta e imperceptíveis aos nossos sentidos. Ao passo que do ponto de vista macroscópico, relacionam-se ao aspecto global do sistema tal como o volume, à temperatura bem como ao que podemos sentir. Os aspectos microscópicos e aspectos macroscópicos se complementam e permitem compreender de maneira mais profunda os fenômenos térmicos.

A Termologia facilita que engenheiros e arquitetos possam projetar edificações que propiciem aos habitantes o conforto térmico. O arquiteto necessita de conhecimentos sobre física térmica a fim de projetar edificações, portanto deve-se considerar fatores como temperatura e umidade de modo que visem o conforto térmico dos seus habitantes uma vez que tais edificações estão submetidas às condições climáticas.

A vegetação, correntes de convecção dentro de aposentos, correntes de ar (brisa marítima e brisa terrestre), radiação solar, condução térmica dos materiais utilizados na construção, vaporização, condensação, umidade do ar, períodos de chuvas, topografia do local bem como o próprio funcionamento do organismo humano são fatores preponderantes no estudo do conforto térmico para a projeção de habitações mais eficientes energeticamente.

A Termologia permite:

[...] proporcionar uma boa qualidade de vida em ambientes fechados e ao mesmo tempo atender exigências técnicas da construção, os arquitetos buscam maneiras de projetar esses espaços em estreita relação com as condições do meio ambiente. Nesse sentido [...] são de fundamental importância para, por exemplo, garantir o conforto térmico [...] (Maia, 2020, p. 17).

Como se pode verificar nessa citação, a Termologia é aplicada em engenharia e arquitetura bem como pode-se aplicá-la em sistemas de refrigeração, barcos, aviões, automóveis, usinas de energia, no corpo humano, sistemas de condicionamento de ar, turbinas de vento, aplicações industriais, na dilatação e na contração de materiais. Aplica-se na Indústria Alimentícia, na Medicina, na Biologia, na Meteorologia bem como em nossa vida diária ao aferir a temperatura e a pressão de um paciente, nos processos de produção de alimentos, por exemplo.

Evidentemente a aplicação pode ser utilizada para maior compreensão dos processos metabólicos para obtenção de energia (reações endergônicas e reações exergônicas), aferir a temperatura corporal e ambiental, produção de eletrodomésticos mais eficientes (televisores, condicionamento de ar, umidificadores, aquecedores de ar, ferros de passar roupas, geladeiras, chuveiros, computadores, celulares) assim como projetos eficientes de usinas, painéis solares, automóveis e aviões.

A fim de que pessoas possam realizar as devidas conversões de Celsius para Fahrenheit e vice-versa de modo prático, utiliza-se conversões de escalas termométricas, sem que estejam

atreladas a meios eletrônicos. Compreender que se deve manter a porta fechada ao se ligar um aparelho de ar condicionado para que o ar quente não penetre no recinto, onde o ar encontra-se em menor temperatura e desse modo haja maior eficiência desse sistema de resfriamento.

Cita-se, como exemplo, a importância em manter-se portas fechadas em locais em que há sistemas de condicionamento de ar a fim de manter o ar aquecido no meio externo, assim possibilita-se o aumento da eficiência energética do sistema de refrigeração e redução na conta de luz. Deste modo, evita-se o deslocamento do ar quente do meio externo rumo ao meio interno refrigerado, impedindo-se o equilíbrio térmico.

Ainda para Maia (2020, p. 20):

É possível analisar se a utilização de um determinado material atende às exigências de conforto térmico. Assim, por exemplo, nas regiões com elevado índice de radiação solar e conseqüentemente com altos valores da temperatura, características climáticas típicas do semiárido nordestino de nosso país, para garantir uma queda significativa da temperatura entre as paredes externa e interna dos ambientes se deve priorizar o uso de materiais de construção com baixa condutividade térmica.

Nesse sentido, a Termologia permite projetar edificações de modo que se assegure condições térmicas propícias à vida de seus ocupantes.

Logo, é importante compreender que o processo de ensino e aprendizagem da Termologia deve ser estimulada no Ensino Médio de modo interdisciplinar e atrelado ao cotidiano dos estudantes, de forma prática, uma vez que está ligado de modo intrínseco a conceitos básicos utilizados por todos no dia a dia, como por exemplo, calor, temperatura ou frio. Nesse sentido, vamos exemplificar a Termologia como essencial para compreender fenômenos físicos, fenômenos químicos e fenômenos biológicos essenciais à manutenção da vida.

3. Sobre o ciclo da água

Segundo Junior, Ferraro e Soares (2009), o Ciclo da Água é, na natureza, as contínuas mudanças de estado físico da água, as quais envolve ganho e perda de calor. A água líquida de rios, lagos e mares juntamente com a transpiração de plantas, evaporam-se devido ao calor do Sol. Os vapores encontram as camadas mais frias da atmosfera superior, perdem calor e condensam-se. As gotículas de H_2O ficam em suspensão no ar e em condições especiais podem precipitar-se, assim caindo na forma de chuva.

Contudo, em condições especiais, pode ocorrer a formação de neblina ou nevoeiro; o vapor do ar pode se condensar sem que ocorra a formação de nuvens devido à baixa temperatura da região, assim gotículas de água mantêm-se suspensas no ar. Pode também ocorrer a formação

de orvalho devido à diferença de temperatura na superfície das plantas que se encontram em temperatura mais baixa e os vapores de água no ar, daí propiciando a condensação.

O granizo ou chuva de pedra também pode participar do Ciclo Hidrológico, situação na qual nuvens são submetidas a condições de temperatura muito baixa. A neve é um congelamento do vapor d'água que se encontra suspenso na atmosfera a grandes altitudes e origina cristais de gelo, ao passo que na geada, quando o vapor de água próximo ao solo se congela devido à baixa temperatura origina uma camada com pequenas agulhas geladas sobre o solo, os vegetais, etc.

Como bem nos assegura Amabis *et al.* (2020), o Ciclo da Água é essencial para propiciar as condições ideais de vida e o equilíbrio no Planeta. As variações climáticas e as condições de vida estão intimamente ligadas às mudanças de estado físico da água, as quais ocorrem de modo contínuo na natureza. A água líquida de rios, lagos e mares bem como a resultante do metabolismo de plantas e animais absorvem calor e evaporam.

O vapor d'água ao encontrar a atmosfera superior mais fria, perde calor e condensa-se, forma gotículas de H_2O , então precipita-se sob a forma de chuva. As águas que caem abastecem os lençóis freáticos, lagos, rios e oceanos. O ciclo recomeça. Parte desta água será absorvida por animais e vegetais. Em condições especiais, pode haver formação de neblina, orvalho, granizo ou neve e neste caso há perda de calor pela água.

O Ciclo da Água facilita que sejam elaboradas e tomadas medidas públicas para planejamento urbano e regional a fim de que se evite ou minimize danos ocasionados por inundações ou enchentes visto que a pavimentação aumenta as áreas impermeáveis, reduzindo a infiltração e aumentando o escoamento superficial da água.

De acordo com Koga *et al.* (2020, p. 2):

O conhecimento do ciclo da água é de fundamental importância para projetos das diversas áreas da Engenharia, principalmente quando se trata de tomadas de decisões para o planejamento estratégico urbano, gestão e monitoramento ambiental, além de outros mecanismos que se pode relacionar com o ciclo hidrológico.

Como se pode verificar nessa citação, o Ciclo da Água é aplicado nas Engenharias bem como pode ser aplicado na Agronomia, na Meteorologia, na Arquitetura, na Biologia, nos setores econômico, energético e agropecuário. Evidentemente pode ser utilizado para simular modelos aplicáveis e eficientes a fim de que setores da economia, energético e da agropecuária possam utilizá-los de modo a maximizar a produtividade, uma vez que tais setores dependem diretamente ou indiretamente do regime de chuvas.

É primordial a aprendizagem e aplicação de conhecimentos adquiridos relativos ao Ciclo Hidrológico em áreas cruciais ao desenvolvimento de um país, tais como o setor energético, econômico e agropecuário. Deste modo, propiciando eficiência e redução de risco. Cita-se, como

exemplo, ao se conhecer o Ciclo Hidrológico pode-se realizar o planejamento urbano de forma consciente, desse modo evitar e/ou monitorar enchentes, inundações e áreas de risco à população.

Ainda para Koga *et al.* (2020, p. 2):

A determinação da presença de água em quantidade durante seu ciclo é decorrente dos variados tipos de ambiente, por meio das variações climáticas, geográficas e pluviométricas. O ciclo hidrológico trata-se de um processo natural que mantém a água em constante transição entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionada, principalmente, pela gravidade, radiação solar e a inclinação do planeta Terra.

Nesse sentido, o Ciclo da Água permite a ciclagem da água, isto é, o que sucede é que a H₂O utilizada retornará à natureza em locais distintos do qual ela foi previamente disponibilizada.

Logo, é importante compreender que os seres vivos dependem das atividades do Ciclo da Água seja de modo direto ou seja de modo indireto. Nesse sentido, vamos exemplificar o Ciclo da Água como essencial para a sobrevivência e manutenção da vida tanto em organismos quanto em ecossistemas, portanto é imperativo conhecê-lo a fim de que se preserve a água e consequentemente que se tenha tal recurso disponível.

4. O terrário fechado

Segundo Carlos H. Biagolini (2013), terrários fechados são recipientes vedados, sejam de vidro, plástico ou outro material transparente, os quais permitem não somente simular o ciclo da água e a temperatura existente em ambientes tropicais bem como o desenvolvimento de espécies existentes nestes locais como se fosse uma floresta, contudo em pequena escala.

Como bem nos assegura Evangelista (2020), terrários fechados são jardins construídos em recipientes fechados feitos de vidros transparente que permitem a passagem de luz. Nestes locais quando a temperatura aumenta, há a evaporação da água e há a condensação na tampa e nas paredes do vidro, retornando ao jardim e umedecendo o solo. O processo é reversível e imita um ecossistema fechado e autossuficiente. Necessitam de rega em períodos espaçados, sujeitando-se ao tipo de espécie introduzida e ao vedamento do recipiente. Os terrários fechados são feitos em recipientes fechados e simulam uma estufa, um ecossistema fechado e que se auto sustenta.

O terrário fechado é um modelo didático que simula um ecossistema e ainda que esteja em um ambiente fechado, sobrevive por longos períodos sem a adição de água. É um modelo ideal, pois instiga os alunos, de forma prática, a construir o seu conhecimento através de observações e indagações.

Os terrários fechados permitem:

[...] Trazer parte do ecossistema para a sala de aula. Além disso, estimula a criatividade, o trabalho em grupo e a divisão de tarefas entre os alunos. A construção de um terrário é uma prática comum nas aulas de ciências e biologia, essa atividade de ensino aprendizagem permite a observação diária do terrário estimula a rotina de observações e de anotações sistemáticas (Oliveira, 2021, p. 218).

Como se pode verificar nessa citação, os terrários fechados são aplicados na educação, ou seja, nos processos de ensino e aprendizagem de diversas disciplinas, tais como a Biologia, a Química, a Física, Ciências da Natureza, a Geografia, a Matemática e a Arte, por exemplo. Em áreas distintas como a Terapia, a Botânica, o Paisagismo, a Jardinagem, a Meteorologia e a Agronomia.

Evidentemente, a aplicação pode ser utilizada para a prática do ensino e aprendizagem não somente em instituições de ensino de nível fundamental e de nível médio, mas também em instituições de nível superior. Além disto, constitui não somente um hobby, mas também uma fonte de renda extra para aqueles que percebem que é possível ganhar dinheiro não somente por meio das montagens e vendas bem como através de cursos.

Pode ser utilizado na Biologia para explicar a fotossíntese e a respiração celular, relações ecológicas, os fatores bióticos e abióticos, ciclos biogeoquímicos (da água, do carbono e do oxigênio), efeito estufa e/ou aquecimento global bem como na disciplina Física, através da explicação de conceitos de energia, calor, temperatura, trocas de calor, as Leis da Termodinâmica e a aplicação de escalas termométricas.

Cita-se, como exemplo, o terrário fechado é autossustentável, ou seja, simula uma floresta. A água dentro do recipiente vedado se evapora devido à absorção de calor do meio externo bem como a evapotranspiração no meio interno das espécies inseridas, então o vapor d'água se condensa nas paredes do recipiente e na tampa, daí escorre novamente para o solo. Portanto, imita o ciclo da água na natureza.

Ainda para Oliveira (2021, p. 221-222):

A utilização do terrário como ferramenta de ensino-aprendizagem contribui para ampliar o conhecimento dos alunos, principalmente de temas ligados ao ecossistema. Facilitando a interação entre alunos e professores, promovendo a curiosidade sobre o funcionamento dos componentes que compõem os sistemas ecológicos através da discussão e da observação dos fenômenos que ocorrem.

Nesse sentido, os terrários fechados permitem a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade no processo ensino e aprendizagem, além de associar a teoria à prática, ao cotidiano do aluno. Vale ressaltar a associação tanto ao estético como ao valor econômico

agregado ao produto finalizado, o qual poderá constituir fonte de renda, ademais que sensibiliza o estudante aos problemas ecológicos e assimilação dos conteúdos propostos.

Logo, é importante compreender que são essenciais não somente do ponto de vista do ensino e aprendizagem em instituições de ensino nas distintas disciplinas e conteúdos, mas que também constituem um meio para se relaxar e possível meio de aumentar a renda do indivíduo, estimulando deste modo o empreendedorismo.

Nesse sentido, vamos exemplificar os terrários fechados como primordiais para que distintas disciplinas tanto em instituições de ensino inicial, fundamental e ensino médio quanto em instituições de nível superior possam explicar e aplicar seus conceitos de forma prática e ligada ao cotidiano do estudante de forma estimulante.

5. O processo de efeito estufa (natural)

Segundo Bright (2005), o Efeito Estufa é um processo natural no qual os raios solares atravessam a camada da atmosfera do Planeta Terra e convertem-se em calor. Devido aos denominados gases do efeito estufa, tais como o CO_2 (dióxido de carbono), CH_4 (metano), vapor de água, N_2O (óxido nitroso) e O_3 (ozônio), os quais são produzidos de forma natural, há retenção de parte do calor na atmosfera terrestre. Os níveis destes gases devem estar em equilíbrio a fim de que se mantenha temperaturas constantes no Planeta. O processo assemelha-se ao que ocorre em estufas de vidro, as quais prestam-se ao cultivo de plantas.

Como bem nos assegura Pinotti (2016), o Efeito Estufa é o fator que evita que nosso Planeta torne-se uma bola de gelo e evite quedas bruscas de temperaturas no lado noturno da Terra. O processo ocorre através da passagem de raios solares, os quais atravessam a atmosfera. Parte desta radiação é refletida para o espaço sideral ao passo que outra parte converte-se em radiação infravermelha ao atingir o solo. Moléculas de água, metano, gás carbônico e de outros gases presentes na atmosfera retêm o calor em nosso Planeta. Assim, ocorre a retenção da energia térmica e consequentemente a manutenção do equilíbrio dinâmico bem como temperaturas acima do ponto de congelamento da água.

O Efeito Estufa facilita que a temperatura da superfície terrestre mantenha-se aquecida. Devido à presença de gases na atmosfera, há a passagem de radiação solar e retenção de grande parte do calor emitido por sua superfície.

O Efeito Estufa permite:

[...] Processos de troca de energia térmica importantes para o clima terrestre. Existem a condução de calor, a convecção e a interação da radiação eletromagnética com os gases e partículas que compõem a atmosfera. Neste último caso pode ocorrer absorção ou

algum processo de espalhamento que dependem de fatores como o comprimento de onda da radiação, a composição química dos componentes envolvidos e o tamanho das partículas. O resultado líquido dessa interação é um aquecimento adicional da superfície terrestre, possibilitando que a sua temperatura média global seja cerca de 15°C ao invés daqueles inóspitos - 18 °C calculados apenas pelo equilíbrio Terra-Sol [...]. O aquecimento adicional da superfície terrestre por esse processo [...]. Como se pode perceber, ele contribui para condição climática essencial ao desenvolvimento da biosfera terrestre (Xavier; Kerr, 2004, p. 329-330).

Conforme evidenciado na citação, o efeito estufa constitui um fenômeno fundamental da Climatologia global, cuja aplicação se revela essencial para o monitoramento das variações de temperatura em escala global. Tal processo é indispensável, uma vez que a manutenção de temperaturas médias adequadas garante condições propícias ao desenvolvimento e à continuidade da vida nos diferentes ecossistemas.

Os raios solares atravessam a atmosfera terrestre. Parte destes raios é refletida ao espaço, contudo parte dos raios convertem-se em radiação infravermelha (calor) ao atingir a superfície terrestre. A atmosfera é composta de gases, tais como o dióxido de carbono, o óxido nitroso, o metano e o ozônio bem como o vapor d' água que captam parte deste calor e o retém na atmosfera da Terra, assim propiciando o desenvolvimento da biosfera. Vale ressaltar que o Efeito Estufa é um processo natural e essencial para que a Terra mantenha condições ideais para que suporte a vida nos distintos ecossistemas.

Ainda para Xavier e Kerr (2004, p. 330):

As moléculas de vapor de água, o dióxido de carbono e alguns outros gases absorvem radiação eletromagnética, apresentando uma eficiência de absorção relativamente menor para a radiação solar (ondas curtas), do que para a radiação vinda da superfície da Terra (ondas longas). Esses gases atmosféricos aquecidos também emitem radiação, a qual dirige-se em parte para a terra e em parte para o espaço. O aquecimento adicional da superfície terrestre por esse processo é chamado de Efeito Estufa. Como se pode perceber, ele contribui para uma condição climática essencial ao desenvolvimento da biosfera terrestre.

Nesse sentido, o Efeito Estufa permite a retenção de calor em nossa atmosfera, assim propiciando temperaturas médias globais ideais ao desenvolvimento e a sustentação da vida na biosfera.

Logo, é importante compreender que o Efeito Estufa é um processo natural e essencial para que haja e sustente a vida em nosso Planeta. Nesse sentido, vamos exemplificar o Efeito Estufa como primordial para que se mantenham temperaturas médias ao redor do globo a fim que sustentem a vida como a conhecemos nos distintos ecossistemas.

5.1. O efeito estufa e o aquecimento global.

Segundo Tilio Neto (2008), o Efeito Estufa é o aumento dos chamados gases de efeito estufa (GEEs) na atmosfera que ocasionam a elevação da temperatura global. Pode apresentar efeitos complexos de acordo com os gases envolvidos neste processo. Por aquecimento global, se define o aumento da temperatura média do Planeta devido ao Efeito Estufa e a intensificação da atividade do Sol. Mudanças no clima, desequilíbrios entre padrões de chuva e estações do ano bem como epidemias de regiões tropicais podem ser citadas como consequências do Aquecimento Global.

De acordo com Anderson *et al.* (2021), o Efeito Estufa é responsável por manter a Terra em temperatura média ideal para a ecosfera. A atmosfera é constituída por uma mistura de gases e partículas líquidas ou sólidas (aerossóis) que envolvem o Planeta. Esses gases permitem a passagem da luz solar e absorvem parte da radiação emitida pela superfície aquecida da Terra. Isto permite que a superfície terrestre mantenha-se aquecida, mantendo uma temperatura média ideal e essencial à manutenção da vida.

O metano, o óxido nitroso, o clorofluorcarbono, o ozônio bem como o vapor de água são gases do Efeito Estufa. Devido às ações humanas, sobretudo após a Revolução Industrial, houveram aumentos de gases antrópicos do Efeito Estufa, tais como o metano e dióxido de carbono, resultando em elevação da temperatura média do Planeta (Aquecimento Global) e mudanças climáticas.

O Efeito Estufa mantém a Terra aquecida, portanto cria condições propícias à manutenção da vida. Contudo, devido à emissão de gases antrópicos, há um aumento na temperatura, o que ocasiona um aquecimento a nível global e alterações no clima de algumas localidades.

O Efeito Estufa permite:

[...] a vida na Terra, mantendo-a aquecida (cerca de 30 °C mais quente). Entretanto, esses gases em quantidades excessivas afetam o delicado equilíbrio, aprisionando uma quantidade excessiva de energia, fazendo com que a temperatura média da Terra se eleve e o clima de algumas localidades mude. Essas consequências indesejáveis do efeito estufa são chamadas de aquecimento global ou alteração climática global (Çengel; Boles, 2013, p. 89).

Como se pode verificar nessa citação, o Efeito Estufa cria condições de temperaturas ideais à existência e sustentação da vida na Terra, pois evita-se que hajam extremas amplitudes térmicas, contudo, sua intensificação altera os padrões climáticos do planeta.

O Efeito Estufa (Natural) é essencial e resulta da retenção do calor na atmosfera terrestre pelos gases do Efeito Estufa tais como o CO₂, CH₄, N₂O, O₃, CFCs e vapor d'água ao passo que o

Aquecimento Global é o resultado da intensificação do Efeito Estufa devido aos gases de efeito estufa antrópicos.

Cita-se, como exemplo, a liberação de gases de efeito estufa antrópicos devido ao uso de combustíveis fósseis, desmatamentos, queimadas, manufaturas, construções, transportes como também da agricultura e da pecuária.

Ainda para Çengel e Boles (2013, p. 89):

Parte da radiação infravermelha emitida pela Terra é absorvida pelos gases do efeito estufa e emitida de volta. A radiação solar passa através da atmosfera e, em grande parte, é absorvida pela superfície da Terra. [...] O efeito estufa possibilita a vida na Terra, mantendo-a aquecida (cerca de 30 °C mais quente). Entretanto, esses gases em quantidades excessivas afetam o delicado equilíbrio, aprisionando uma quantidade excessiva de energia, fazendo com que a temperatura média da Terra se eleve e o clima de algumas localidades mude. Essas consequências indesejáveis do efeito estufa são chamadas de aquecimento global ou alteração climática global.

Nesse sentido, o Efeito Estufa permite a manutenção de uma temperatura média em escala global essencial a manutenção e a sobrevivência da ecosfera ao passo que a intensificação do efeito estufa devido às ações antrópicas constitui ameaça ao Planeta devido às mudanças climáticas.

Logo, é importante compreender que a estufa é o local onde vegetais são mantidos em um local aquecido. O local é feito de material transparente, por exemplo, plástico ou vidro, que permite a passagem dos raios solares, mas que impede a passagem da energia refletida pelos objetos. Assim, ainda que não haja incidência direta de luz solar, como no período noturno, o recinto mantém-se aquecido. O processo que ocorre em uma estufa de plantas também ocorre em escala global. O vapor de água e gás carbônico presentes na atmosfera retêm parte dos raios infravermelhos emitidos pelos objetos e impede que escapem para o espaço cósmico.

Deste modo, mantém-se uma temperatura média entre 19 °C e 27 °C. Caso não ocorresse tal processo, à noite haveria redução da temperatura à níveis intoleráveis uma vez que a energia radiante do Sol recebida durante o dia perder-se-ia para o espaço sideral. Devido às atividades antrópicas há maior liberação de CO₂ na atmosfera intensificando-o, gerando derretimento das calotas polares, bem como alterações climáticas em escala global e inundações, entre outras calamidades. Nesse sentido, vamos exemplificar o Efeito Estufa como um processo benéfico e essencial ao Planeta Terra, contudo sua intensificação é danosa à biosfera.

6. Estudo de caso

A investigação foi realizada em uma instituição pública de ensino situada no município de Curvelo, no estado de Minas Gerais. O estabelecimento de ensino engloba os seguintes níveis

educacionais e modalidades de ensino: Anos Finais do Ensino Fundamental (6º ano ao 9º ano) e Ensino Médio (1º ano ao 3º ano). Possui estudantes oriundos de diversos bairros periféricos.

A instituição aplica a governança participativa e democrática, em que não apenas o setor administrativo, mas também o componente pedagógico, educadores, alunos e outros funcionários se envolvem ativamente e contribuem para o aprimoramento e desenvolvimento do estabelecimento educacional, com o objetivo de elevar a qualidade da educação oferecida e promover relações interpessoais entre os constituintes desta comunidade escolar e seus arredores.

A instituição emprega um total de 67 funcionários e atende a um total de 871 estudantes. O corpo docente é composto por trinta e oito educadores. Está alinhado com metodologias inovadoras, particularmente aquelas exigidas pelo novo currículo do ensino médio. Cada sala de aula é equipada com data show, e a instalação possui dois microscópios, além de uma infraestrutura de internet totalmente cabeada em todas as instalações. Além disso, a instituição inclui um laboratório de informática e uma biblioteca.

Os participantes desta pesquisa são 29 alunos do Segundo Ano do Ensino Médio, 17 alunas e 12 alunos, de uma escola pública, turno matutino, na cidade de Curvelo, Estado de Minas Gerais. Todos oriundos de escola pública e já matriculados previamente na instituição de ensino. Idades entre 15 e 17 anos de idade. Embora houvessem três turmas de Segundo Ano, a sala foi tomada como objeto de estudo, sobretudo devido ao contingente da turma e aos acessos por semana.

7. Metodologia

O estudo foi desenvolvido em escola pública de Curvelo, Minas Gerais, com uma turma do 2º ano do Ensino Médio (turno matutino), tendo como objetivo central aferir e qualificar conhecimentos prévios e em consolidação acerca de Termologia (calor, temperatura e trocas de calor) por meio de práticas interdisciplinares entre Física e Biologia, com ênfase em contextualização, Sala de Aula Invertida e uso de terrários fechados como dispositivo experimental de baixo custo e alta significatividade pedagógica.

O público participante foi composto por 29 estudantes (17 alunas e 12 alunos), com idades entre 15 e 17 anos, organizados em sete grupos, o que permitiu a operacionalização colaborativa das tarefas e a socialização pública dos resultados. A investigação combinou sondagens em Google Formulários, aulas dialógicas e rodas de conversa, estudo orientado, produção experimental com apresentação oral e atividade escrita de verificação conceitual, culminando em exposição na “Semana de Educação para a Vida”.

Do ponto de vista de desenho didático, foram valorizados: (i) o acionamento de saberes prévios; (ii) a mediação docente para retomada conceitual; (iii) a articulação entre processos físicos (condução, convecção e irradiação) e processos biológicos (ciclo hidrológico, metabolismo energético e dinâmica de ecossistemas); e (iv) a avaliação qualitativa da compreensão, participação, comunicação científica e aplicabilidade dos conceitos em situações contextualizadas.

A proposta baseou-se explicitamente em metodologias ativas, com destaque para a Sala de Aula Invertida, apoiada por materiais audiovisuais (sete vídeos disponibilizados via grupo de WhatsApp) e leituras dirigidas, e fez uso do terrário fechado como artefato para observar empiricamente fenômenos térmicos e ecológicos interligados ao cotidiano discente.

No plano dos resultados, observou-se sólida apropriação conceitual, integração de saberes formais e informais e forte engajamento estudantil, ainda que tenham sido identificadas dificuldades na elaboração de relatórios escritos em linguagem científica e na sustentação de sequências argumentativas formais, o que fundamenta a importância de etapas específicas de letramento científico dentro da própria sequência. A culminância pública reforçou o caráter formativo do percurso, agregando dimensões de empreendedorismo, estética e bem-estar associadas à confecção e manutenção dos terrários.

A primeira sequência didática decorre da fase inicial do estudo, em que se conjugam diagnóstico formativo, estudo orientado por Sala de Aula Invertida e produção experimental com socialização e avaliação oral. O propósito formativo é verificar e desenvolver a compreensão dos conceitos de calor e temperatura e dos mecanismos de propagação do calor (condução, convecção e irradiação) em diálogo com conteúdos de Biologia que emergem no terrário fechado, tais como o ciclo hidrológico (evaporação, condensação, precipitação), a fotossíntese e a respiração celular, a teia alimentar e os ciclos biogeoquímicos (água, carbono, nitrogênio, oxigênio), todos observáveis e discutíveis no microecossistema construído pelos estudantes.

A implementação principia por sondagens em Google Formulários sobre noções de Termologia, seguidas de aulas dialógicas e rodas de conversa para mobilização de conhecimentos prévios e alinhamento conceitual, momento em que o docente retoma definições, diferencia calor e temperatura e recontextualiza as três vias de transferência de energia térmica à luz de situações cotidianas.

Em seguida, organiza-se a turma em sete grupos, com orientação inicial por meio de sete vídeos tutoriais e leitura de artigos de apoio, para que os estudantes pesquisem, planejem e confeccionem seus próprios terrários fechados. A Sala de Aula Invertida estrutura o trabalho: parte do estudo de materiais ocorre de modo não presencial, cabendo ao encontro em sala a problematização, a experimentação prática, o registro de observações e a elaboração de explicações sobre como, no terrário, se manifestam convecção (circulação de massas de ar interno aquecido e

resfriado), condução (transferência térmica através dos materiais e do solo) e irradiação (absorção e emissão de energia radiante), em articulação com a circulação da água e com processos metabólicos dos organismos.

A etapa culmina com apresentações obrigatórias dos grupos, avaliadas qualitativamente segundo critérios explicitados no artigo: introdução do tema, postura e comunicação diante da plateia, desenvolvimento do conteúdo, qualidade e coerência da atividade/experimento e criatividade demonstrada. O período de execução desta sequência está documentado com marcos específicos: as confecções e ensaios conduzem à apresentação coletiva em outubro de 2022, com orientação para preservação dos terrários até a mostra posterior.

A segunda sequência didática, correlata à fase subsequente da pesquisa, organiza a avaliação de consolidação e a extensão pública da aprendizagem. Seu objetivo é aferir e aprofundar a compreensão integrada de conteúdos de Física (calor, temperatura e mecanismos de propagação) e de Biologia (ciclo hidrológico, efeito estufa natural e aquecimento global), bem como recolher evidências de letramento científico por meio de atividade escrita estruturada e de uma culminância expositiva.

A etapa inicia-se com uma atividade impressa de verificação conceitual, cujas questões retomam definições e relações funcionais entre grandezas térmicas, distinguem fluxo de energia térmica de medida de agitação microscópica e pedem explicitação de como cada mecanismo de propagação de calor se manifesta no terrário; paralelamente, exploram-se articulações com a dinâmica do ciclo da água e com o balanço radiativo-termodinâmico do sistema terrário, em analogia didática ao efeito estufa natural e às questões contemporâneas do aquecimento global.

Essa atividade escrita coexiste com a manutenção dos registros observacionais e com a elaboração de relatórios, nos quais se exige linguagem formal, coerência argumentativa e encadeamento lógico entre dados, interpretações e conceitos, aspectos que o próprio estudo identificou como desafiadores para parte dos grupos e, por isso, devem ser objeto de devolutivas formativas específicas do docente.

Concluída a verificação, os grupos preparam a apresentação pública na “Semana de Educação para a Vida”, ocasião em que explicam o projeto, comunicam relações físico-biológicas observadas no terrário e exploram dimensões adicionais destacadas no artigo, como empreendedorismo, valor estético e caráter terapêutico associados à prática.

O período de realização encontra-se fixado pelo cronograma institucional: prazo para envio dos relatórios em outubro de 2022 e exposição em novembro de 2022, assegurando espaço temporal adequado para revisão conceitual, aprimoramento textual e preparação da comunicação pública dos achados. Este fechamento amplia a audiência, reforça o sentido social do conhecimento

e consolida a avaliação qualitativa do engajamento, da compreensão e da aplicabilidade dos conceitos em contextos significativos.

Em termos de apreciação global da proposta, a coerência interna entre objetivos, procedimentos e avaliação é patente. A escolha do terrário fechado como eixo prático legitima a interdisciplinaridade, pois oferece um microcosmo no qual os fenômenos térmicos são observáveis e interpretáveis em correlação com processos ecológicos e metabólicos, tornando a Termologia menos abstrata e mais situada.

A Sala de Aula Invertida, apoiada em recursos digitais acessíveis, garante tempo de sala para a problematização e a experimentação, aspectos que favorecem tanto a aprendizagem significativa quanto a aferição mais autêntica do que foi realmente compreendido. A avaliação, por sua vez, triangula evidências (oral, escrita, observacional), o que é recomendável em contextos de competências complexas; e a dimensão pública da culminância acrescenta um componente epistêmico de *accountability formativo*.

Ao abordar a importância de respeitar o ritmo individual de cada estudante no processo pedagógico, Martins (2025, p. 6-7) destaca que:

Cada aluno possui um ritmo próprio de assimilação, e o educador precisa estar atento para respeitar essas diferenças, reconhecendo que a aprendizagem pode se consolidar em momentos diversos e não necessariamente imediatos à exposição do conteúdo. [...] Por fim, é imprescindível considerar que a construção de ambientes educativos mais favoráveis e a valorização do tempo e do ritmo individual de aprendizagem são fatores que fortalecem o processo de aprendizagem significativa.

São pontos fortes explicitados no próprio estudo a integração entre saberes formais e informais, a ressignificação de conhecimentos, o entusiasmo e a criatividade evidenciados pelos estudantes, e a articulação com temas atuais como efeito estufa e aquecimento global. Como ponto a desenvolver, o artigo reconhece a necessidade de fortalecer a escrita científica e o encadeamento lógico em relatórios, o que justifica a inserção, nas sequências, de momentos de modelagem de textos e de feedback formativo direcionado, sem romper com a fidelidade às práticas efetivamente adotadas. Em todo o percurso, os marcos temporais foram respeitados e documentados, o que confere rastreabilidade e reprodutibilidade às sequências apresentadas.

Por fim, ressalta-se que as duas sequências aqui sistematizadas representam, rigorosamente, o que foi realizado e registrado no artigo: diagnóstico e estudo invertido com produção experimental e avaliação oral, no período que antecede a apresentação interna em outubro de 2022, e verificação escrita com elaboração de relatórios e culminância pública em novembro de 2022, com prazo intermediário de submissão de relatórios também em outubro de 2022.

A organização em sete grupos de trabalho, o uso de sete vídeos de orientação e a retomada docente de conceitos estruturantes, bem como a integração de conteúdos físicos e biológicos no terrário fechado, compõem a espinha dorsal metodológica das sequências e constituem a base empírica que sustenta a eficácia pedagógica demonstrada pela pesquisa.

8. Resultados e Discussão

A teoria do estudo era que com o uso de Metodologias Alternativas, no caso, Sala de Aula Invertida e o uso do terrário fechado, a aprendizagem do tema Termologia, no caso, os tópicos conceitos de calor, temperatura bem como trocas de calor (condução, convecção e irradiação) aliados à interdisciplinaridade, podem ser ensinados pelo professor de maneira prática, contextualizada e assimilável, de modo que se torne para os estudantes uma atividade prazerosa, criativa e relaxante a qual geraria não somente a assimilação e a internalização do conhecimento, mas também a aquisição de saberes interdisciplinares.

A atividade torna-se significativa para os alunos, uma vez que, segundo Luca *et al.* (2018), a contextualização permite o intercâmbio de saberes prévios adquiridos e a participação dos estudantes, quando a experimentação parte de um contexto, então permite a troca com outras áreas do saber, os quais podem ter ligação entre si ou não, sobre o fenômeno que se aborda, logo, proporciona a interdisciplinaridade.

Os estudantes foram capazes de aplicar e explicar os conceitos de calor e temperatura bem como os meios de propagação do calor no experimento terrário fechado e associá-los a tópicos tanto na disciplina Física quanto na disciplina Biologia. Percebeu-se que aplicaram tanto os saberes formais adquiridos em sua vida acadêmica tanto quanto os saberes informais, os quais foram adquiridos no seu cotidiano, e o aplicaram ao explicarem os fenômenos físicos e biológicos que ocorrem no experimento.

Vale destacar que houve não somente a ressignificação dos conhecimentos prévios, o saber informal, mas também houve a aplicação do saber formal, o conhecimento científico e a interligação espontânea com outras áreas do conhecimento bem como a associação com assuntos da atualidade, por exemplo, o Efeito Estufa Natural e Aquecimento Global.

De acordo com as análises realizadas e os resultados obtidos frente ao uso do terrário fechado para a aferição do conteúdo Termologia, a saber, conceitos de calor, temperatura e meios de propagação do calor, em uma perspectiva contextualizada e interdisciplinar, pode-se concluir que houve apreensão e ressignificação do conhecimento através da práxis educativa. Foram os estudantes capazes não somente de aplicar e relacionar os conceitos em processos físicos e biológicos, mas também capazes de fazê-lo em processos químicos. Conseguiram captar o

conhecimento de forma integrada; e não fragmentada ou isolada como mostra-se em livros didáticos.

O experimento teve aceitação por grande parte dos estudantes que se mostraram incentivados e sobretudo céticos e curiosos, o que aguçou ainda maior interesse em realizá-lo. Percebeu-se que houve preocupação com o valor estético, o que denotou criatividade e esmero em relação à confecção do experimento. Ademais, os componentes dos grupos mostraram-se dedicados, diligentes em relação às apresentações o que denotou estudos prévios dos assuntos abordados e a correlação com temas atuais. Em relação à confecção de relatórios, alguns grupos demonstraram dificuldades para escreverem em linguagem escrita formal o que foi verbalizado durante a apresentação ou então, manter uma sequência lógica de raciocínio relacionado ao experimento realizado ao redigi-lo.

O uso de terrário mostrou-se eficaz e satisfatório na exploração de conteúdos em ambas as disciplinas, Física e Biologia. A experimentação favoreceu a compreensão dos conceitos abordados em Terminologia de modo que é possível utilizá-lo não somente como ferramenta de aferição, mas também no processo de ensino e aprendizagem.

Um ponto forte dessa abordagem foi a capacidade dos alunos de integrar conhecimentos formais adquiridos na disciplina de Física com saberes informais provenientes de suas experiências cotidianas, promovendo uma compreensão mais significativa dos fenômenos estudados. Além disso, a interligação espontânea com temas atuais, como o Efeito Estufa e o Aquecimento Global, contribuiu para o engajamento e a contextualização do conteúdo, evidenciando a potencialidade do método na formação de cidadãos mais conscientes das questões ambientais.

Outro aspecto positivo foi a demonstração da ressignificação dos conhecimentos prévios, o que evidencia o impacto positivo de metodologias ativas na aprendizagem. Os estudantes também mostraram entusiasmo na confecção dos terrários, demonstrando criatividade e dedicação, fatores que favorecem a motivação e o interesse pelo aprendizado. A atuação em grupo e a rotina de observações sistemáticas estimularam habilidades de trabalho colaborativo e o pensamento crítico.

Por outro lado, alguns pontos fracos foram identificados. Alguns grupos apresentaram dificuldades na elaboração de relatórios escritos em linguagem formal, com raciocínio lógico e sequências bem articuladas, indicando a necessidade de fortalecer as habilidades de expressão científica e de escrita. Além disso, apesar do engajamento, houve resistência de alguns estudantes à formalização do raciocínio, o que pode comprometer a avaliação do entendimento profundo dos conceitos. Notou-se também que, embora a maioria tenha assimilado os conceitos, o nível de compreensão em alguns casos permaneceu superficial, demandando estratégias adicionais para aprofundar o entendimento.

Em suma, o uso do terrário fechado como ferramenta didática mostrou-se bastante eficiente na promoção de uma aprendizagem interdisciplinar e contextualizada, porém, requer complementação com ações que fortaleçam as habilidades de comunicação científica e a compreensão mais aprofundada dos temas abordados.

9. Conclusão

O uso de experimentações conduzidas pelo professor as quais permitam uma prática educativa e fomentem o interesse, a participação efetiva individual e/ou coletiva deve ser utilizada a fim de gerar o processo de aprendizagem. Salienta-se neste caso, a valorização do saber informal do aluno atrelado ao conhecimento formal de modo a validar a aquisição do conhecimento e sobretudo, perceber que a prática de projetos deve ser algo contextualizado e interdisciplinar, não mais saberes fragmentados ou isolados.

Para potencializar seus benefícios, é importante complementar essa abordagem com ações que desenvolvam as habilidades de comunicação científica e aprofundem a compreensão dos temas abordados. Dessa forma, essa metodologia poderá colaborar de maneira mais eficaz para a formação de estudantes críticos, engajados e capazes de aplicar conhecimentos de forma interdisciplinar e fundamentada.

Pesquisas futuras podem explorar o impacto de outras metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em problemas, na aquisição de conhecimentos de Termologia. Além disso, seria relevante ampliar as investigações para diferentes faixas etárias, níveis de ensino e contextos escolares, a fim de verificar a adaptabilidade dessas abordagens e seus efeitos na aprendizagem de disciplinas relacionadas às ciências.

Nesse sentido, o uso de metodologias alternativas aliadas à interdisciplinaridade propicia não somente um ensino significativo, mas também contribui para uma aprendizagem eficaz, estimulante e enriquecedora.

Referências

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues; FERRARO, Nicolau Gilberto; PENTEADO, Paulo Cesar Martins; TORRES, Carlos Magno A.; SOARES, Júlio; CANTO, Eduardo Leite do; LEITE, Laura Celloto Canto. **Moderna Plus Ciências da Natureza e suas Tecnologias: Matéria e Energia**. 1ª ed. São Paulo: Moderna, v. 3, 2020. 160 p. Livro-texto: Ensino Médio. ISBN: 978-65-5779-323-7.

ANDERSON, Paulo Renda; MERGULHÃO JÚNIOR, Carlos; STOFFES JÚNIOR, Moacy José; STEIN, Cléver Reis. Simulação do Efeito Estufa, da intensificação do Efeito Estufa pela

presença de CO₂ e do impacto da mudança da cobertura da Terra na temperatura média do meio utilizando o Arduino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, Online: Sociedade Brasileira de Física (SBF), n. 43, 2021. Semanal. Epub 18 Jan 2021. ISSN 1806-9126. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0355>. Acesso em: 5 dez. 2022.

BIAGOLINI, Carlos H. **Terrários: Arte & Ecologia - Educação Ambiental**. 1ª ed. São Paulo: Clube de Autores, 2013. 90 p.

BÔAS, Newton Villas; DOCA, Ricardo Helou; BISCOLOLA, Gualter José. **Física 2: Termologia, Ondulatória, Óptica**. 3ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, v.2, 2016. ISBN: 978-85-472-0562-1 (professor).

BRIGHT, M.. **O Efeito Estufa**. 17ª ed. São Paulo: Melhoramentos, 2005. 32 p. (Coleção S.O.S. Planeta Terra). ISBN: 8506015421.

ÇENGEL, Yunus A.; BOLES, Michael A.. **Termodinâmica**. Tradução: Paulo Maurício Costa Gomes. 7ª ed. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2013. 1048 p. Título original: Thermodynamics: An Engineering Approach, 7th Edition. ISBN: 978-85-8055-201-0.

EVANGELISTA, Roger. **Terrários: Plantando criatividade e colhendo arte**. 2ª ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2020. 208 p.

HEWITT, Paul G.. **Física Conceitual**. Tradução: Trieste Freire Ricci. 12ª ed. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora Ltda., 2015. 820 p.. Título original: Conceptual Physics, 12th Edition. ISBN: 978-85-8260-341-3.

INCROPERA, Frank P; DEWITT, David P.; BERGMAN, Theodore L.; LAVINE, Adrienne L.. **Incropera: Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. Tradução: Eduardo Mach Queiroz; Fernando Luiz Pellegrini Pessoa. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 657 p. Título original: Fundamentals of heat and mass transfer 6th Edition. ISBN: 978-85-216-1584-2.

KOGA, Leonardo; SANTOS, Bruna Zambrano dos; FUCHS, Jessica Paola Silva; MARTINS, Amanda Larissa Alves; PASCOAL, Maria Luísa Lustosa; SANTOS, Michele da Silva. Reflexões sobre a importância do ciclo hidrológico. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO - SIEPE, n. 2, 2018, Universidade Federal do Pampa. **Anais [...]**. Santana do Livramento: Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEPE), 3 de março de 2020. v. 10, Disponível em: <https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/101008>. Acesso em: 16 out. 2022.

LACERDA, Mayara de Paulo. Contribuição do Ensino em Espaços não Formais para a Aprendizagem Significativa no Ensino de Ciências. **Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, [S.l.], v. 4, p. 225-232, 2022. ISSN 2764-1368. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/57>. Acesso em: 7 dez. 2025.

LUCA, Anelise Grünfeld de; SANTOS, Sandra Aparecida dos; PINO, José Claudio Del; PIZZATO, Michelle Câmara. Experimentação contextualizada e interdisciplinar: uma proposta para o ensino de ciências. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 1, n. 2, DOI: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2018v1i2.7820>. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/7820>. Acesso em: 5 out. 2022.

MAGALHÃES, Valdney Alves; PASTORINI, Lindamir Hernandez. EXPERIMENTAÇÃO: A construção de terrários como atividade prática investigativa no ensino de ciências da natureza. Cruzeiro do Oeste, 2016.

MAIA, Aldecir Peixoto. **O conforto térmico:** Um contexto para estudar termologia no ensino médio. Orientador: Prof. Dr. Carlos Antonio López Ruiz. 2020. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Física, Departamento de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró/RN, 2020. Disponível em: <https://mnpes.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/94/2020/04/Disserta%C3%A7%C3%A3o.-VF.-Ap%C3%B3s-defesa.-24.03.20.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.

MARTINS, Angela Karina. A aprendizagem significativa no contexto escolar: reflexões sobre o papel de professores e alunos. **Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, [S.l.], v. 13, p. 3-12, 16 set. 2025. ISSN 2764-1368. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17131834>. Disponível em: <https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/368>. Acesso em: 7 dez. 2025.

OLIVEIRA, Taniele Carvalho de; OLIVEIRA, Altacis Junior de; ALMICI, Mirian da Silva; SANTOS, Andressa Alves Cabreira dos; KARSBURG, Isane Vera; FIGUEIREDO, Zulema Netto; CALDEIRA, Daniela Soares Alves; VILARINHO, Marcella Karoline Cardoso. A utilização de terrário fechado como ferramenta didática no ensino de ciências. In: SILVA, Clécio Danilo Dias da. (Org.). **Pesquisa e desenvolvimento de abordagens para o ensino de ciências biológicas**. Campina Grande, PB: Editora Amplla, 2021. cap. 18. p. 215-223, ISBN: 978-65-88332-35-1. Disponível em: <https://ampllaeditora.com.br/books/2021/04/eBook-Pesquisa-e-Desenvolvimento-Ciencias-Biologicas.pdf>. Acesso em: 5 out. 2022.

PINOTTI, Rafael. **Educação ambiental para o século XXI:** no Brasil e no mundo. 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2016. 264 p.

RAMALHO JUNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo. **Os Fundamentos da Física:** Volume 2 - Termologia, Óptica e Ondas. 10ª ed. São Paulo: Moderna, v.2, 2009. ISBN: 978-85-16-07414-2.

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Calor:** PPRA. 9ª ed. São Paulo: LTr, 2021. 100 p. ISBN: 9788530102050.

SKEETE JUNIOR, Arthur W.; FERREIRA, Juliana M. Hidalgo; LOURENÇO, Cleber da S.. O PIBID na educação de jovens e adultos: proposta para a temática “trocas de calor”. In: XX SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 2013, São Paulo. **Simpósio** [...]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física - Instituto de Física da USP - Cidade Universitária, 2013. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/sys/resumos/T0874-2.pdf>. Acesso em: 1 out. 2022.

TILIO NETO, Petronio de. **Ecopolítica das mudanças climáticas:** o IPCC e o ecologismo dos pobres. Orientador: Prof. Dr. Leonel Itaussu Almeida Mello. 2008. 190 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência Política, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.8.2008.tde-09102008-175152>. Acesso em: 5 dez. 2022.

VARELA, Paulo; SERRA, Filipa. A CONSTRUÇÃO DE SIGNIFICADOS SOBRE A CONDENSÇÃO DA ÁGUA COM ALUNOS DO 1.º CICLO DO ENSINO BÁSICO. **Práxis Educacional**, [S. l.], v. 16, n. 41, p. 659-680, 2020. DOI:

<https://doi.org/10.22481/praxisedu.v16i41.6296>. Disponível em:
<https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/6296>. Acesso em: 1 out. 2022.

XAVIER, Maria Emília Rehder; KERR, Américo Sansigolo. A análise do efeito estufa em textos paradidáticos e periódicos jornalísticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)**, São Paulo - SP: Instituto de Física - USP, ed. 21, n. 3, p. 325-349, 1 jan. 2004. Quadrimestral. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6423/5939>. Acesso em: 29 nov. 2022.