

**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 33**

**RENATA RIOS LOUZADA  
JUDISMAR TADEU GUAITOLINI JUNIOR**

**PRODUTO EDUCACIONAL**

**ESTUDO DA FÍSICA TÉRMICA EM UMA ABORDAGEM CTSA COM O FOCO NO AUMENTO DO NÍVEL  
DOS OCEANOS**

**CARIACICA  
2024**

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA  
POLO 33

Renata Rios Louzada

**PRODUTO EDUCACIONAL**

ESTUDO DA FÍSICA TÉRMICA EM UMA ABORDAGEM CTSA COM O  
FOCO NO AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS

CARIACICA  
2024



RENATA RIOS LOUZADA

LOUZADA, Renata Rios; JUNIOR, Judismar Tadeu Guaitolini. **Estudo da física térmica em uma abordagem CTSA com foco no aumento do nível dos oceanos.**

Cariacica: Ifes, 2024. 27 p.

Produto Educacional apresentado ao Polo 33 do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física do Instituto Federal do Espírito Santo, *campus* Cariacica, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física. Área de concentração: Física na educação básica

Aprovado em 13 de dezembro de 2024

### COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente

 **JUDISMAR TADEU GUAITOLINI JUNIOR**  
Data: 18/12/2024 14:01:04-0300  
verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Dr. Judismar Tadeu Guaitolini Junior - Orientador  
Instituto Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente

 **JARDEL DA COSTA BROZEGUINI**  
Data: 18/12/2024 16:13:56-0300  
verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Dr. Jardel da Costa Brozeguini - Membro interno  
Instituto Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente

 **GUSTAVO VIALI LOYOLA**  
Data: 19/12/2024 08:08:34-0300  
verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Dr. Gustavo Viali Loyola - Membro externo  
Universidade Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente

 **ADRIANO FABRI**  
Data: 19/12/2024 18:37:44-0300  
verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Dr. Adriano Fabri - Membro externo  
Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo

RENATA RIOS LOUZADA

**ESTUDO DA FÍSICA TÉRMICA EM UMA ABORDAGEM CTSA COM O FOCO NO  
AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS**

Este produto educacional é parte integrante da dissertação:  
UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA NA  
PERSPECTIVA CTSA PARA ENSINO DA FÍSICA TÉRMICA  
COM O FOCO NO AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS,  
desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Nacional  
Profissional em Ensino de Física, polo 33 – IFES, como  
parte dos requisitos necessários à obtenção do título de  
Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. Judismar Tadeu Guaitolini Junior.

CARIACICA  
2024

## **AGRADECIMENTOS**

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

Caro Professor (a),

É com satisfação que apresento a você o ESTUDO DA FÍSICA TÉRMICA EM UMA ABORDAGEM CTSA COM O FOCO NO AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS.

Esta proposta não é apenas uma sequência de atividades, mas uma ferramenta para aprofundar a compreensão dos conceitos da física térmica, enquanto aborda uma das questões mais urgentes de nosso tempo: o aumento do nível dos oceanos.

Durante essa abordagem, os alunos irão desenvolver atividades práticas, análises de reportagens e discussões que os levarão a compreender não só os princípios científicos subjacentes ao aumento do nível dos oceanos, mas também a importância da alfabetização científica para lidar com desafios complexos como este.

Atenciosamente,

Renata

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	6
INTRODUÇÃO .....	8
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – MOVIMENTO CTSA E O ENSINO DE CIÊNCIAS .....	12
OBJETIVO GERAL.....	17
OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE ENSINO .....	17
SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	18
1º ENCONTRO - REFLEXÕES SOBRE O AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS: IMPACTOS E AÇÃO .....	20
2º ENCONTRO - COMPREENDENDO TEMPERATURA, CALOR E EQUILÍBRIO TÉRMICO.....	25
3º ENCONTRO - EFEITO ESTUFA: ENTRE BENEFÍCIOS E DESAFIOS AMBIENTAIS .....	28
4º ENCONTRO - IMPACTOS DO AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS E DENSIDADE DO GELO.....	30
5º ENCONTRO - AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS: DESAFIOS LOCAIS ....	35
6º ENCONTRO - DA REFLEXÃO À AÇÃO: ELABORAÇÃO DE DOCUMENTO PARA PROTOCOLAR NA SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE .....	37
REFERÊNCIAS.....	39

## APRESENTAÇÃO

A Física é uma disciplina fundamental no Ensino Médio, pois está intrinsecamente relacionada ao desenvolvimento tecnológico e científico da humanidade. Ela nos permite compreender os fenômenos naturais e desenvolver tecnologias que impactam diretamente a nossa vida cotidiana. No entanto, apesar de sua importância histórica e prática, a Física muitas vezes enfrenta desafios na sua valorização e no interesse por parte dos estudantes. Os conceitos abstratos, a matemática envolvida e a necessidade de pensar de maneira conceitual podem tornar a disciplina desafiadora para alguns estudantes. Essa dificuldade pode levar à falta de interesse, descaso e desmotivação em relação ao estudo da Física.

Além disso, a forma como a Física é muitas vezes ensinada também pode influenciar o interesse dos estudantes. Métodos de ensino tradicionais, focados apenas na transmissão de conteúdo e na resolução de problemas, podem não ser eficazes para engajar os alunos e despertar seu interesse pela disciplina. Portanto, é crucial que os educadores abordem a Física de maneira mais acessível e contextualizada, destacando sua relevância para a vida cotidiana e promovendo uma abordagem mais prática e investigativa. Isso pode ajudar a superar as barreiras de aprendizagem e motivar os alunos a se interessarem e valorizarem a disciplina.

Com o objetivo de romper com a monotonia da sala de aula e proporcionar oportunidades de transformação no cenário educacional, concebemos uma série de atividades didáticas destinadas a alunos do segundo ano do Ensino Médio, focalizando em práticas investigativas, questionamentos físicos e problematizações socioambientais. Essas atividades serão conduzidas sob a abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), integradas a situações pertinentes ao aumento do nível dos oceanos, com ênfase nos princípios da termodinâmica.

Esta sequência didática representa o resultado concretizado durante o Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, promovido pela Sociedade Brasileira de Física em colaboração com o Instituto Federal do Espírito Santo, inserida na dissertação intitulada “Estudo da física térmica em uma abordagem CTSA com o foco no aumento do nível dos oceanos.”

Reconhecendo a relevância do professor como facilitador no processo de ensino e aprendizagem da Física, almejamos que este recurso possa enriquecer o planejamento de suas aulas e promover avanços significativos no ensino dessa disciplina no âmbito da educação básica.

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas antropogênicas referem-se às mudanças no clima da Terra causadas pelas atividades humanas. O aumento na emissão de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), provenientes da queima de combustíveis fósseis (como carvão, petróleo e gás natural), desmatamento, queimadas e outras atividades industriais e agrícolas, é uma das principais causas dessas mudanças (Marengo, 2007).

A Revolução Industrial, que começou no final do século 18, foi um ponto de virada significativo na história da humanidade. Ela resultou numa “[...] expansão da produção industrial, o que gerou um grande aumento de emissões de gases de efeito estufa na atmosfera” (Brasil, 2017a). Tais gases eram lançados na atmosfera através do uso generalizado de máquinas movidas a vapor e, posteriormente, à combustão de carvão, petróleo e gás natural.

Desde 1750, nos primórdios da Revolução Industrial, a concentração atmosférica de carbono – o gás que impede que o calor do Sol se dissipe nas camadas mais altas da atmosfera e se perca no espaço – aumentou 31%, e mais da metade desse crescimento ocorreu de cinquenta anos para cá (Marengo, 2007, p. 25-26).

Conseqüentemente, uma exploração desenfreada de recursos naturais e o aumento da degradação ambiental veio a causar uma intensificação de uma crise ambiental. Para Leff (2001), tal crise foi suficiente para questionar a racionalidade e os paradigmas teóricos que incentivaram e corroboraram com crescimento econômico, negando a natureza.

Nesse contexto, assegura-se que, devido a esses fatores, o final do século 20 e o início do século 21 tiveram as décadas mais quentes dos últimos mil anos. Tal fato é corroborado por Wilson e Law (2009) ao enfatizar que, desde 1850 – quando foi descoberto como medir a temperatura – dos doze anos mais quentes, onze deles ocorreram entre 1995 e 2006.

E há de se preocupar, pois “[...] a taxa de aquecimento, nos últimos cinquenta anos, foi o dobro da verificada nos últimos 100 anos” e atualmente, “[...] em média, a

temperatura é 0,74°C mais quente do que há cem anos” (Wilson; Law, 2009, p. 15). Tal fato confirma o aumento na temperatura média global ao longo do tempo e é um indicativo do impacto das atividades humanas no clima.

Algumas projeções do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) indicam:

[...] que nos próximos 100 anos poderá haver um aumento da temperatura média global entre 1,8°C e 4,0°C, e um aumento do nível médio do mar entre 0,18 m e 0,59 m, o que pode afetar significativamente as atividades humanas e os ecossistemas terrestres (Brasil, 2017a).

O aumento do nível dos oceanos, como um dos principais impactos das mudanças climáticas, é uma questão urgente que afeta diretamente as populações costeiras ao redor do mundo, não se limitando a um contexto geográfico específico. Esse fenômeno, além de comprometer a infraestrutura das regiões costeiras, intensifica outros eventos, como tempestades e erosões, o que coloca em risco a segurança e o bem-estar de milhares de pessoas, conforme apontado pela *National Geographic*.

O aumento do nível das águas oceânicas tem efeitos que vão muito além do Pacífico. Cerca de um bilhão de pessoas vivem em áreas costeiras em todo o mundo e enfrentam a ameaça do aquecimento dos oceanos. (National Geographic Brasil, 2024).

O aumento do nível das águas oceânicas evidencia um impacto global significativo que afeta diretamente as populações costeiras. Esse fenômeno reforça a premissa de que o aquecimento global está diretamente relacionado ao aumento do nível dos oceanos, seja pela expansão térmica da água, causada pelo aquecimento, ou pelo derretimento acelerado de geleiras e calotas polares (Marengo, 2007).

Uma evidência do aumento do nível dos oceanos é o recente estudo produzido pela *National Aeronautics and Space Administration* (Nasa), no qual foi apresentado um conjunto de dados que permite inferir que “[...] o nível médio global do mar aumentou cerca de 0,76 centímetros entre 2022 e 2023, um salto relativamente grande devido principalmente ao aquecimento do clima” (NASA, 2024. Tradução nossa).

Porém, algumas (ou muitas) pessoas podem dizer: “Ah, mais são apenas alguns milímetros, centímetros... isso não parece muito”. É importante ressaltar que os impactos do aumento do nível dos oceanos são significativos e podem incluir inundações, erosão (praias e falésias costeiras), intrusão de água salgada, além de impactar diretamente nos ecossistemas (manguezais, estuários e outros ecossistemas costeiros). Explicitando a gravidade da situação, “quando o nível do mar se eleva, ele não apenas sobe, mas também penetra terra adentro, dependendo de as terras costeiras serem mais ou menos planas e baixas. Isso não pode ser boa coisa, a não ser que se more num barco” (Wilson; Law, 2009, p. 59).

Para tentar mitigar os impactos decorrentes do aumento do nível dos oceanos e de outras crises ambientais agravadas pela ação humana, vários movimentos ambientalistas começaram a ganhar força a partir do século XX, pois:

A conscientização ambientalista ocorre paralelamente ao aumento das denúncias sobre os problemas ambientais ocasionados pela ação do homem sobre o meio em que habita. Esse processo se desencadeou rapidamente, fazendo com que surgissem grandes encontros e conferências internacionais, para discutir as inúmeras formas de interação entre homem/natureza. (Bassani; Carpigiani, 2010, p. 36)

Essa conscientização ambientalista começou a reverberar dentro dos sistemas educacionais, tanto que, no Brasil houve a promulgação da Lei nº 9.795/99, que dispunha sobre a Educação Ambiental e instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental. Como consequência, tal ação definiu que “a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal” (Brasil, 1999).

Nesse viés educacional, o ensino de ciências desempenha um papel crucial na abordagem das questões relacionadas às mudanças climáticas e ao aumento do nível do mar. À medida que os cientistas continuam a estudar e entender os efeitos das mudanças climáticas nos oceanos, é essencial que essas descobertas sejam comunicadas eficazmente através do sistema educacional (Wilson; Law, 2009).

É fundamental que os estudantes compreendam os conceitos de física que sustentam os fenômenos relacionados à alteração do nível dos oceanos. Em particular, os

princípios da física térmica, como as relações entre calor, trabalho e energia, desempenham um papel essencial para entender os processos dinâmicos que ocorrem na atmosfera e nos oceanos. As mudanças climáticas, impulsionadas pelo aumento das emissões de gases de efeito estufa, intensificam o aquecimento global, alterando padrões de circulação atmosférica, derretendo geleiras e aquecendo os oceanos. Esses fenômenos estão intrinsecamente ligados à física térmica, que fornece ferramentas conceituais para compreender como a energia térmica é transferida e transformada na natureza. Assim, o ensino da física térmica em sala de aula, aliado à contextualização com problemas reais, como o aumento do nível dos oceanos, contribui para formar cidadãos mais críticos e conscientes dos desafios ambientais globais.

Entre as décadas de 1960 e 1970, surge um movimento denominado Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) a partir do surgimento (repercussão) de grandes problemas ambientais, bem como a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra (Auler; Bazzo, 2001). Em outras palavras, o movimento CTS surge como uma resposta às preocupações crescentes sobre os impactos sociais, éticos e políticos da ciência e da tecnologia na sociedade.

O ponto chave do movimento CTS:

[...] é a apresentação da ciência e da tecnologia como um processo ou um produto inerentemente social, em que os elementos não-técnicos, como os valores, a moral, as convicções religiosas, os interesses sociais e as pressões econômicas, desempenham um papel decisivo na sua origem e consolidação. Logo, a ciência e a tecnologia não são uma atividade autônoma. Elas estão vinculadas aos interesses contextuais (Ribeiro; Lúcio; Almeida, 2021, p. 166).

O surgimento da abordagem CTS surge como uma alternativa à visão tradicional da ciência e tecnologia, que geralmente é baseada na ideia de racionalidade e neutralidade. O movimento CTS representa uma crítica significativa a essa concepção, buscando disseminar a compreensão de que a ciência e a tecnologia não são neutras e imutáveis (Siqueira et al., 2021).

Em vez disso, enfatiza-se que são construções sociais e culturais, influenciadas por valores, interesses e contextos históricos. Essa abordagem promove uma visão mais reflexiva e crítica da ciência e da tecnologia, incentivando a análise de como elas impactam a sociedade e o meio ambiente, e como podem ser moldadas e direcionadas para promover o bem comum e a justiça social. Por esse motivo:

[...] os estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade tem se posicionado criticamente à concepção linear que enxergava a ciência como processo de desocultamento dos aspectos essenciais da realidade, de desvelamento de leis que a governam em cada parte do mundo natural e social (Siqueira et al., 2021, p. 20).

Com o agravamento dos problemas ambientais e em meio a debates sobre a natureza do conhecimento científico e seu impacto na sociedade, observou-se um crescimento global de um movimento que começou a examinar de maneira crítica as interações entre ciência, tecnologia e sociedade. Os resultados de inúmeras investigações

científicas permitiram chegar a um total consenso científico sobre a existência de uma grave situação de emergência planetária (Vilches; Pérez; Praia, 2011).

Tal realidade permitiu que a dimensão ambiental ganhasse mais importância e destaque nas pautas das discussões CTS, com uma explicitação mais detalhada dos aspectos que envolvem as relações entre sustentabilidade ambiental e questões morais, éticas e econômicas dentro do contexto da ciência e tecnologia (Siqueira et al., 2021).

Isso reflete uma crescente conscientização sobre a interconexão entre as atividades humanas, o meio ambiente e os sistemas sociais, reconhecendo a necessidade de abordar não apenas os aspectos técnicos e científicos, mas também os impactos éticos, sociais e econômicos das decisões relacionadas à ciência e tecnologia (Santos, 2011).

Paralelamente, Sierra et al. (2011) aponta que aproximadamente até o final da década de 1990, um número representativo de trabalhos de pesquisa que adotavam a denominação CTS adicionaram a dimensão ambiental como uma forma de salientar as questões adjacentes a crise ambiental planetária.

Por esse motivo, Siqueira et al. (2021) afirma que, justificado pela necessidade de inclusão de aspectos étnicos-ambientais nos estudos de ciência e tecnologia, fez-se necessário em CTS, a introdução da letra A, em relação ao ambiente, surgindo então o conceito CTSA.

A justificativa para a inserção da letra A reside no fato da importância crescente que a dimensão socioambiental conquistou, além da reação ao agravamento dos problemas socioambientais que os seres humanos devem enfrentar em decorrência do modelo produtivo adotado por nossas sociedades (Siqueira et al., 2021)

Cabe ressaltar novamente que, a temática ambiental já estava contida no enfoque CTS, porém, a variação CTSA pretende evitar um tratamento particularmente insuficiente das questões ambientais quando estas se incorporam as relações CTS. Conforme afirma Siqueira et al. (2021):

[...] apesar das denominações indicarem um elemento diferenciador entre estes, o ambiente, nem sempre é possível diferenciar os movimentos em relação aos estudos em si, uma vez que a questão ambiental é foco dos dois movimentos, inclusive considerada como ponto de partida para a criação destes (Siqueira et al., 2021, p. 17).

Decerto, a inclusão do termo ambiente, tende a tornar mais explícitas as interações entre as diferentes dimensões da Ciência. Ao realçar a problemática das questões ambientais e da qualidade de vida, o enfoque CTSA contribui para uma imagem mais completa e integrada da Ciência, sendo uma resposta à situação de emergência planetária com contributos para uma nova ordem socioambiental para se assentarem as bases de um futuro sustentável (Fernandes; Pires; Delgado-Iglesias, 2018).

Sob o mesmo ponto de vista, Siqueira et al. (2021), descreve que o enfoque CTSA necessita envolver atitudes e valores comprometidos com a cidadania planetária. Tal cidadania refere-se à consciência e responsabilidade global em relação aos desafios enfrentados pelo planeta e pela humanidade como um todo. Isso inclui preocupações com a preservação ambiental, a promoção da sustentabilidade, a redução das desigualdades econômicas, sociais, culturais e étnicas, entre outros aspectos.

É indiscutível que, o movimento CTSA resultou na proposição de novos currículos para o ensino de ciências. Para Siqueira et al. (2021), essas propostas incorporaram uma perspectiva de reflexão sobre as consequências ambientais das atividades científicas e tecnológicas. Nessa abordagem, as implicações ambientais são consideradas como parte integrante das discussões sobre os impactos sociais, éticos e econômicos da ciência e da tecnologia, enfatizando a necessidade de uma compreensão abrangente e holística dos desafios contemporâneos.

É válido ressaltar, porém que, inicialmente, na educação, o enfoque CTS englobava desde a ideia de contemplar interações entre ciência, tecnologia e sociedade apenas como fator de motivação no ensino de ciência, deixando o conhecimento científico como um ator secundário (Auler; Bazzo, 2001).

O movimento CTS colaborou para que a educação científica se consolidasse no propósito de formação para a cidadania. Dessa forma, ele passou a contribuir para “[...] a inserção de temas socio científicos, como engajamento em ações sociais

responsáveis, questões controversas de natureza ética e problemas ambientais contemporâneos (Santos, 2011, p. 23).

Porém, desde o surgimento do movimento CTS, pesquisadores e educadores reclamavam:

[...] um ensino de ciências crítico em oposição ao tradicional, que promovia uma visão de neutralidade da construção do conhecimento científico, assim como promovia o ensino conteudista e compartimentalizado das ciências da natureza, o que limitava a compreensão das implicações sociais e ambientais dessas ciências (Sierra et al., 2011, p. 347-348).

Pode-se dizer que, em relação ao ensino de ciências, a abordagem CTSA cria essa oposição a tradicionalidade. Ela permite adequar os conteúdos do currículo a uma nova compreensão da ciência, trazendo um dinamismo no ensino atrelado a realidade na qual estamos inseridos, além de, ao mesmo tempo ser menos dogmática e neutra (Fernandes; Pires; Delgado-Iglesias, 2018). São esses fatos que refletem as relações e interações entre CTSA e o ensino.

A abordagem CTSA no ensino de ciências “[...] implica uma concepção crítica, pois a educação científica e tecnológica da população pode servir para a acomodação do estabelecido ou, ao contrário, pode suscitar uma permanente transformação” (Sierra et al., 2011, p. 348). O ensino nesta abordagem pode levar as pessoas a simplesmente aceitar o status quo ou, ao contrário, pode incentivar uma reflexão constante e uma disposição para mudanças significativas na maneira como a ciência e a tecnologia são desenvolvidas, aplicadas e compreendidas.

É claro que, para promover uma abordagem educacional CTSA, no ensino de ciências, que seja capaz de promover nos estudantes as competências e capacidades necessárias:

[...] por um lado, é necessário que os professores sejam capazes de implementar aulas com enfoque CTSA. Por outro lado, torna-se imprescindível que os manuais escolares, que orientam a atuação dos professores, reflitam com clareza a abordagem CTSA, quer ao nível da informação que disponibilizam, quer ao nível das atividades que propõem, dando sugestões aos professores para implementar esta perspectiva de ensino de forma adequada (Fernandes; Pires; Delgado-Iglesias, 2018, p. 878).

É importante ressaltar o caráter histórico e formativo da abordagem CTSA, pois ela proporciona um desenvolvimento com uma perspectiva distinta para o ensino de ciências, estreitamente ligada à educação científica dos cidadãos dentro do contexto autêntico do ambiente tecnológico, social e ambiental (Ribeiro; Lúcio; Almeida, 2021).

Por meio dessa abordagem, Ribeiro, Lucio e Almeida (2021) aponta que a educação em ciências envolve uma profunda implicação dos alunos. Isso significa que os estudantes não apenas recebem informações passivamente, mas são incentivados a se envolver ativamente na investigação e reflexão sobre os temas científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, desenvolvendo habilidades críticas, criativas e de resolução de problemas:

Tomamos o sentido da palavra “implicado” como aquilo que está entrelaçado, envolvido e também situado ao contexto dos participantes. Assim, a perspectiva do estudo implicado tece relações entre a constituição do professor e pesquisador com o contexto de pesquisa e os problemas sociais vividos pelas comunidades e a necessidade de se discutir sobre ciência e tecnologia. Assim, por meio da abordagem CTSA não é possível pensar numa pesquisa aplicada, na qual os participantes e o contexto social, econômico, político e ambiental não estejam envolvidos (Ribeiro; Lúcio; Almeida, 2021, p. 169).

Pode-se perceber que a abordagem CTSA não apenas reflete o papel social do ensino de ciências, mas também desafia professores e estudantes a repensarem suas práticas e a buscarem soluções que promovam transformações positivas na sociedade. Nesse sentido, ela se consolida como uma ferramenta para construir uma educação científica alinhada aos desafios contemporâneos, enfatizando o diálogo entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente como fundamento para um ensino crítico, reflexivo e transformador.

## OBJETIVO GERAL

O objetivo da pesquisa é investigar a eficácia de uma sequência didática, fundamentada na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), na promoção de uma compreensão mais profunda dos princípios da física, com ênfase na física térmica, quando relacionados com as mudanças climáticas globais, especialmente o aumento do nível dos oceanos.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS DE ENSINO

- Compreender os conceitos básicos de física térmica e sua aplicação em contextos ambientais.
- Analisar reportagens que evidenciem locais impactados pelo aumento do nível dos oceanos.
- Desenvolver atividades práticas investigativas que utilizem os princípios da física térmica para compreender o aumento do nível dos oceanos.
- Debater medidas de mitigação e adaptação para lidar com as consequências do aumento do nível dos oceanos, considerando diferentes perspectivas sociais, econômicas e ambientais.
- Promover discussões sobre a responsabilidade individual e coletiva na preservação ambiental.

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Uma sequência didática é definida por Zabala (1998) um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelos professores como pelos estudantes.

A sequência didática é uma ferramenta pedagógica fundamental para promover uma aprendizagem significativa e eficaz, pois quando bem planejada, ela organiza o conteúdo de forma lógica e sequencial, ajudando os estudantes a compreenderem a progressão dos conceitos e habilidades (Zabala, 1998; Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2018).

Ao estruturar o ensino em uma sequência, é possível contextualizar o conteúdo dentro de situações do mundo real, tornando-o mais relevante e significativo para os estudantes. Buscando um consenso entre Zabala (1998) e Pozo e Crespo (2009) é possível afirmar que uma sequência bem elaborada pode ser adaptada para atender às necessidades e estilos de aprendizagem diversos dos estudantes, proporcionando oportunidades para a participação de todos.

Além de transmitir conhecimentos, a sequência didática pode ser projetada para desenvolver habilidades cognitivas, sociais e emocionais, como pensamento crítico, colaboração e resolução de problemas. Uma sequência bem planejada inclui atividades variadas e interessantes que mantêm os estudantes motivados e engajados no processo de aprendizagem (Zabala, 1998; Sasseron, 2019).

Para Zabala (1998) ao longo da sequência, os professores têm a oportunidade de realizar avaliações formativas para monitorar o progresso dos estudantes e fazer ajustes no ensino conforme necessário.

Uma sequência didática pode integrar diferentes disciplinas e áreas de conhecimento, promovendo uma compreensão mais holística e interconectada do mundo. Por esse motivo, ao se criar uma sequência didática baseada na abordagem CTSA, Fernandes, Pires e Delgado-Iglesias (2018) afirma que os educadores podem projetar atividades

que envolvam não apenas conceitos científicos, mas também aspectos tecnológicos, sociais e ambientais relacionados a um determinado tema. Isso permite que os estudantes não apenas adquiram conhecimentos em diversas áreas, mas também entendam como esses conhecimentos estão interligados e como influenciam uns aos outros.

Ao observar a abordagem investigativa da sequência didática, Carvalho (2018) afirma que ela tem por finalidade desenvolver conteúdos ou temas científicos com o uso de diferentes práticas investigativas, como por exemplo: uso de laboratórios, textos históricos/críticos/jornalísticos, questões socioambientais e recursos tecnológicos).

O Ensino Investigativo, de acordo com Sasseron (2019) valoriza o conhecimento prévio como ponto de partida e considera o erro como uma etapa fundamental para a construção sólida do conhecimento. Ele permite aos alunos desenvolverem e organizarem suas próprias ideias, incentivando atividades em grupo e promovendo discussões significativas com colegas e professores.

Desse modo, esta sequência didática consiste em seis encontros, no qual sugere-se que cada um compreenda 2 aulas de 50 ou 55 min cada, e que em cada encontro o professor realize ao menos uma intervenção para explicar alguns conceitos e sanar possíveis dificuldades de aprendizagem.

**1º ENCONTRO - REFLEXÕES SOBRE O AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS: IMPACTOS E AÇÃO**

**Objetivo:** Compreender a definição e a importância do aumento do nível dos oceanos, bem como as preocupações que isso gera para as regiões costeiras em todo o mundo

**Metodologia:** Utilização de datashow e análise de notícias.

**ATIVIDADE 1 – Nuvem de palavras**

Observe o slide e registre no diário de bordo o que se pede.



Utilizando a plataforma Canva (<https://www.canva.com/>) crie uma nuvem de palavras com os termos registrados no diário de bordo.

**ATIVIDADE 2 – Análise de reportagem e questionário**

Leia atentamente a reportagem e responda os questionamentos a seguir:

**'Estamos afundando, mas o mesmo está acontecendo com todos', diz ministro de Tuvalu em discurso no mar para a COP 26**

Ilha de 12 mil habitantes no meio do Pacífico está sendo engolida pelo oceano e pode desaparecer na próxima década.

Um ministro da ilha de Tuvalu, Simon Kofe, chamou atenção ao discursar em vídeo exibido na 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP26) de terno e gravata, mas dentro do mar e com água até o joelho.

Tuvalu é uma das ilhas localizadas no meio do Oceano Pacífico, a poucos metros acima do mar. Ela corre o risco de desaparecer nas próximas décadas devido ao aumento do nível do mar causado pelo aquecimento global.

O Ministério das Comunicações da ilha postou fotos dos bastidores do vídeo nas redes sociais e afirmou que o vídeo tem por objetivo justamente refletir "as situações da realidade enfrentada em Tuvalu devido os impactos das mudanças climáticas e do aumento do nível do mar".



Com receio de levar o coronavírus para a região, apenas três dos 14 líderes do Pacífico - de Palau, Fiji e Tuvalu - viajaram para as negociações climáticas da COP26 para pressionar por cortes profundos nos gases de efeito estufa por grandes emissores liderados pela China e os Estados Unidos.

Em setembro, o Banco Mundial alertou que 216 milhões de pessoas em seis regiões do mundo - incluindo cerca de 50 milhões de pessoas do Leste Asiático e do Pacífico

- poderão ser forçadas a se mudarem de seus países até 2050 para fugirem de eventos climáticos adversos.

**Nas ilhas do Pacífico, porém, a situação é muito mais urgente: a expectativa é que essas ilhas sejam engolidas pelo oceano Pacífico em 10 ou 15 anos.**

Tuvalu - território de apenas 12 mil habitantes - e as ilhas do Pacífico são um dos lugares mais vulneráveis ao aumento da temperatura do planeta. É também um dos mais isolados: o estado insular foi um dos raros países a não registrar casos de Covid-19, segundo a Reuters.

**“As ilhas do Pacífico estão desaparecendo - estamos literalmente afundando”, disse Seve Paeniu, ministro das finanças de Tuvalu à Reuters durante a COP26. Fazia dois anos que ele não deixava a ilha.**

A ilha de Fiji, vizinha de Tuvalu, já tenta realocar as 75 comunidades para o interior do território para escapar da elevação do mar.

Embora as ilhas do Pacífico estejam entre os menores emissores de gases de efeito estufa, elas sofrem desproporcionalmente as consequências das mudanças climáticas.

## Refugiados climáticos até 2050 por regiões

Ao todo, mundo poderá ter 216 milhões de migrantes por causa do clima em menos de 3 décadas



01	América Latina	17.000.000
02	África do Norte	19.000.000
03	África Subsaariana	86.000.000
04	Europa Oriental Ásia Central	5.000.000
05	Sul da Ásia	40.000.000
06	Leste Asiático e Pacífico	49.000.000

Fonte: Relatório Groundswell, do Banco Mundial



Infográfico elaborado em: 13/09/2021

A descoloração severa de corais da região, por exemplo, resultante do aquecimento global nos oceanos, dificulta a reprodução dos recifes do Pacífico Sul, o que piora ainda mais os perigos do aumento do nível do mar.

Muitas ilhas do Pacífico já enfrentam inundações pelas marés altas e pela água salgada que é espalhada sobre as plantações por tempestades provocadas por ciclones.

<https://g1.globo.com/meio-ambiente/cop-26/noticia/2021/11/09/estamos-afundando-mas-o-mesmo-esta-acontecendo-com-todos-diz-ministro-de-tuvalu-em-discurso-no-mar-para-a-cop-26.ghtml>

1 – O que você entende por aumento do nível dos oceanos e porque isso é uma preocupação para muitas regiões costeiras ao redor do Mundo?

2 – Como as atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis, a agricultura intensiva e o desmatamento, contribuem para o aumento do nível dos oceanos?

**2º ENCONTRO - COMPREENDENDO TEMPERATURA, CALOR E EQUILÍBRIO TÉRMICO**

**Objetivo:** Definir conceitos básicos da termodinâmica.

**Metodologia:** Aplicação de questionário e prática investigativa

**ATIVIDADE 1 – Questionário**

1 – O que é temperatura e como ela é medida?

2 – O que é calor e como ele se relaciona com a temperatura?

3 – Explique o processo de equilíbrio térmico. Como ele se relaciona com a termometria?

4 – Explique a diferença entre calor sensível e calor latente em um contexto de mudança de fase da água. Qual é o papel de cada um desses tipos de calor nesse processo?

5 – Explique com suas palavras, utilizando os conceitos previamente estudados as duas situações a seguir:





B)

Tirinhas disponíveis em:

<[https://tirinhasdomago.blogspot.com/2010/04/esse-calor\\_9954.html](https://tirinhasdomago.blogspot.com/2010/04/esse-calor_9954.html)> Acesso em 12 mar. 2023;

<<https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/11/HQs-na-formacao-de-professores-de-fisica.html>> Acesso em 12 mar. 2023.

## ATIVIDADE 2 – Prática investigativa

**Título:** Explorando a Sensação Térmica da Água em Recipientes com Diferentes Temperaturas

**Descrição:** Nesta prática investigativa, propõe-se examinar a sensação térmica da água em recipientes com temperaturas variadas. A temperatura da água pode afetar significativamente a percepção sensorial do estudante ao tocar o recipiente. Para conduzir a investigação, serão preparados recipientes transparentes contendo água a diferentes temperaturas pré-determinadas, o recipiente com o número 1 está com água morna, o recipiente do meio está com água a temperatura ambiente e o recipiente com o número 2 está com água fria. Os estudantes serão convidados a tocar a água dentro do recipiente e descrever a sensação térmica experimentada. Serão registradas as observações em relação à percepção de calor ou frio. Os dados coletados serão analisados para identificar possíveis padrões ou diferenças na sensação térmica percebida em função da temperatura da água nos recipientes,

contribuindo para uma melhor compreensão das respostas sensoriais ao calor e frio em contextos práticos.



### 3º ENCONTRO - EFEITO ESTUFA: ENTRE BENEFÍCIOS E DESAFIOS AMBIENTAIS

**Objetivo:** realizar uma análise do efeito estufa, questionando se ele é benéfico ou prejudicial para o planeta.

**Metodologia:** aplicação de questionário, prática investigativa e vídeo.

#### ATIVIDADE 1 – Questionário

1 – O efeito estufa é algo bom ou ruim para o Planeta? Explique sua resposta.

2 – Qual dos recipientes com água, o que está dentro da estufa ou o que está fora dela, atingirá uma temperatura mais elevada com o passar do tempo? Explique sua resposta.



#### ATIVIDADE 2 – Prática investigativa

**Título:** Investigação do Efeito Estufa

**Descrição:** Esta prática investigativa visa analisar o efeito estufa comparando a temperatura da água em potes de vidro com e sem filme plástico durante um período de 30 minutos. O efeito estufa é um fenômeno em que certos materiais podem reter o calor, aumentando a temperatura do ambiente interno. Para conduzir o experimento, serão preparados os potes de vidro contendo quantidades iguais de água inicialmente à mesma temperatura. Um deles será colocado dentro de uma caixa de sapato revestido com papel alumínio e plástico filme par “simular o efeito

estufa”. Outro será colocado dentro de um pote de plástico, também simulando uma estufa, mas dessa vez sem o plástico filme e o terceiro será colocado fora da estufa. Durante os 30 minutos de observação expostas ao sol, a temperatura da água em cada recipiente será medida para que os estudantes possam verificar se as temperaturas medidas confirmaram a pergunta que responderam no início da aula. Os dados coletados serão analisados para determinar se há diferenças significativas na temperatura da água.

### ATIVIDADE 3 – Apresentação/Vídeo

**Título:** Conscientização sobre o Aumento do Nível dos Oceanos: Uma Abordagem Multimídia

**Descrição:** Esta prática educativa propõe uma abordagem multimídia para conscientizar sobre o aumento do nível dos oceanos. Serão utilizadas duas ferramentas principais: uma apresentação na plataforma Prezi e um vídeo no YouTube. A apresentação Prezi será projetada para fornecer informações detalhadas sobre as causas e os impactos do aumento do nível dos oceanos, destacando dados científicos, projeções futuras e exemplos de mudanças já observadas. O Prezi oferecerá uma experiência visualmente atraente e dinâmica, com recursos como zoom e transições fluidas entre os tópicos.

Além disso, será reproduzido um vídeo para o YouTube, que complementar a apresentação Prezi. O vídeo terá como objetivo transmitir informações de forma acessível, utilizando narrativa visual, animações e gráficos para explicar conceitos complexos de maneira simples.

Links:

- <https://prezi.com/p/xjzsbhsfxckz/aumento-do-nivel-dos-oceanos;>
- <https://youtu.be/PH5halrNnfl>

**4º ENCONTRO - IMPACTOS DO AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS E DENSIDADE DO GELO**

**Objetivo:** Explorar conceitos da termodinâmica como as mudanças de fase.

**Metodologia:** Prática investigativa e aplicação de questionário.

**ATIVIDADE 1 – Prática investigativa e questionário**

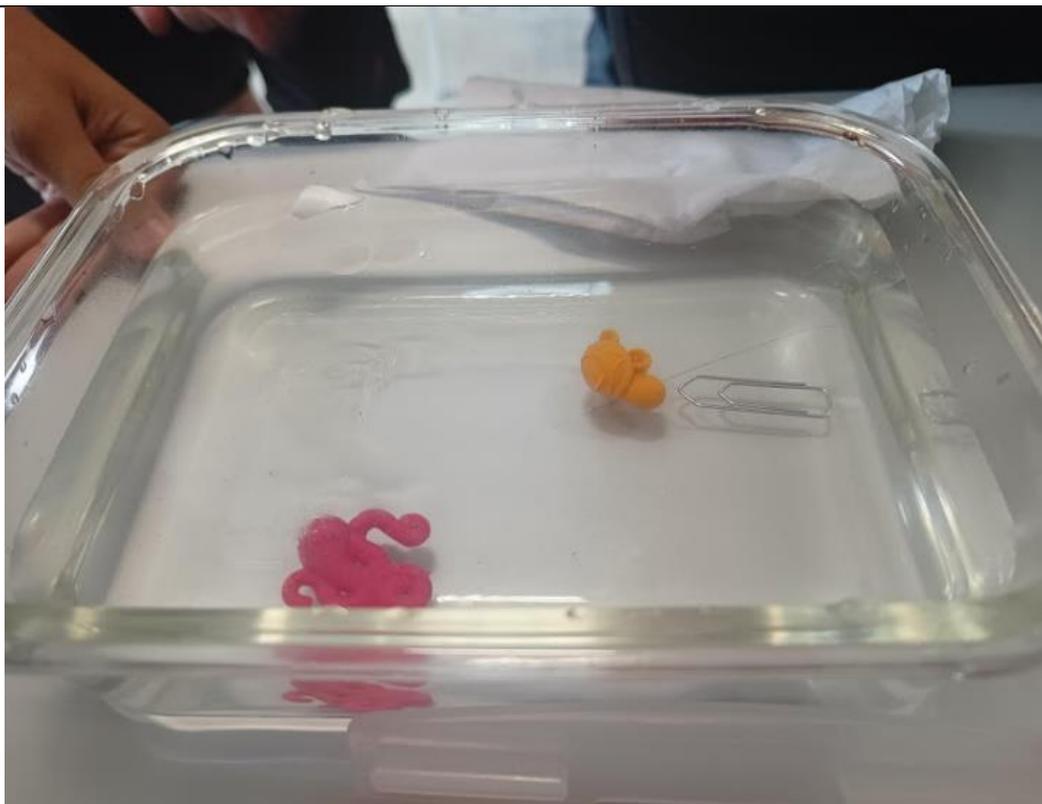
**Título:** Explorando o Conceito de Densidade: Experimentos com Objetos e Água

**Descrição:** Esta prática investigativa tem como objetivo contextualizar e explicar o conceito de densidade por meio de experimentos simples envolvendo a imersão de objetos em recipientes com água. A densidade é uma propriedade física que descreve a quantidade de massa contida em um determinado volume de uma substância.

Para realizar a investigação, serão selecionados objetos de diferentes materiais e densidades conhecidas, como por exemplo plástico, isopor, metal e óleo. Em seguida, os objetos serão inseridos individualmente em recipientes transparentes contendo água.

Os estudantes serão convidados a observar e registrar o comportamento de cada objeto ao ser submerso na água. Serão feitas anotações sobre se o objeto flutua, afunda ou permanece suspenso na superfície da água. A partir dessas observações, será discutido o papel da densidade na flutuabilidade dos objetos e na interação entre eles e o líquido.

Ao longo do experimento, serão enfatizadas as relações entre massa, volume e densidade, destacando como esses conceitos se aplicam ao comportamento dos objetos na água.

**Questionário:**

1 – Por que alguns objetos boiam e outros afundam na água?

**ATIVIDADE 2 – Prática investigativa e questionário**

**Título:** Investigando o Derretimento de Pedras de Gelo sobre Recipientes com Água: Uma Analogia ao Derretimento das Calotas Polares e ao Aumento do Nível do Mar

**Descrição:** Esta prática investigativa propõe uma abordagem visual para compreender o fenômeno do derretimento das calotas polares e seu impacto no aumento do nível dos oceanos. Por meio de um experimento simples, será possível contextualizar e visualizar os efeitos desse fenômeno em escala reduzida.

Para realizar o experimento, serão preparados dois recipientes de vidro transparentes contendo água. Sobre a superfície da água, serão colocadas pedras de gelo (por cima de uma peneira) e no segundo recipiente o gelo será colocado diretamente dentro da água. Feita a marcação com um pincel na parte externa do recipiente para visualização do nível da água à medida em que o gelo derrete.

Os estudantes serão convidados a observar e registrar o processo de derretimento das pedras de gelo e o conseqüente aumento do nível da água ao longo do tempo. Durante o experimento, será discutida a relação entre o derretimento das calotas polares, o aumento da temperatura global e o impacto no nível dos oceanos.

Ao final da prática, será feita uma analogia entre o experimento realizado e as mudanças reais observadas nos oceanos devido ao derretimento das calotas polares. Os estudantes serão incentivados a refletir sobre as implicações ambientais e sociais dessas mudanças e a considerar a importância da ação coletiva na mitigação das mudanças climáticas. Esta prática investigativa proporcionará uma compreensão mais profunda e significativa das complexas interações entre o derretimento do gelo polar e o aumento do nível dos oceanos.



### Questionário:

1 – Qual pedra de gelo irá fazer o nível de água aumentar?

### ATIVIDADE 3 – Análise de reportagens

Faça uma análise das reportagens a seguir:

#### **Tuvalu planeja seu próprio sumiço**

Em 2021, o ministro da Justiça, Comunicações e Relações Exteriores de Tuvalu, Simon Kofe, protagonizou uma cena dramática e inesquecível ao discursar na Cop26, a conferência da ONU sobre mudanças climáticas, mergulhado até os joelhos na água do mar. “Estamos afundando”, disse ao mundo. Três ilhas e seis atóis formam o país com cerca de 26 km<sup>2</sup>. Estima-se que seja um dos primeiros países a ser completamente tragado pelo aumento do nível do mar. Tuvalu tem medo do futuro e planeja seu próprio desaparecimento numa comovente ação que gerou repercussão mundial.



Link:

<https://marsemfim.com.br/tuvalu-planeja-seu-proprio-sumico/#:~:text=Em%202021%2C%20o%20ministro%20da,afundando%E2%80%9D%2C%20disse%20ao%20mundo.>

#### **Ciclone no mar causou as ondas que invadiram a orla no Rio; veja vídeos**

Combinação de fatores levou às ondas de até 3,5 metros. Alerta de ressaca da Marinha do Brasil segue até 18h desta segunda-feira (6).



As ondas que tomaram a orla do Rio de Janeiro no domingo (5) foram causadas por uma combinação de fatores. A água tomou o calçadão e chegou até as pistas das avenidas próximas, e as imagens das ondas surpreendendo os banhistas viralizaram (Veja o vídeo acima).

A cidade foi atingida por uma frente fria entre sexta-feira (3) e sábado (4). Com ela, veio um ciclone extratropical, que fica afastado, no oceano. De acordo com a meteorologista Hana Silveira, do Climatempo, isso é comum.

“O ciclone extratropical provocou a intensificação e persistência dos ventos em uma área no mar, que chamamos de pista, o que resultou na formação de grandes ondas que chegaram ao litoral do Rio de Janeiro, configurando a ressaca, que é quando as ondas chegam a partir de 2,5 metros na costa. É como um ventilador numa piscina, por exemplo, que faz com que as ondas aumentem naquele espaço, como aconteceu em maior proporção no mar.”, destacou a meteorologista.

Segundo a Marinha do Brasil, a ressaca no mar deve durar até 18h desta segunda (6), com ondas de até 3,5 metros.

Mas isso não significa que o mar estará tranquilo a partir daí, e o mar deve continuar agitado durante a terça-feira.

Links

<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2023/11/06/entenda-o-que-causou-ondas-gigantes-no-rio-videos-viralizaram.ghtml>

**5º ENCONTRO - AUMENTO DO NÍVEL DOS OCEANOS: DESAFIOS LOCAIS**

**Objetivo:** Explicitar conceitos da termodinâmica como dilatação, alteração de volume e transferência de calor.

**Metodologia:** Aplicação de questionário e prática investigativa

**ATIVIDADE 1 – Questionário**

1 – O que você entende por “dilatação de um líquido”?

2 – Você já observou alguma situação em que a água sofreu alteração de volume? Explique.

**ATIVIDADE 2 – Prática investigativa e questionário**

**Título:** Investigando a dilatação térmica da água em uma garrafa sob aquecimento com uma lâmpada

**Descrição:** Esta prática investigativa tem como objetivo observar e compreender como a temperatura afeta o volume da água por meio do fenômeno da dilatação térmica. Será realizado um experimento simples utilizando uma garrafa contendo água e aquecida por uma lâmpada, permitindo aos estudantes visualizarem as mudanças no volume do líquido conforme a temperatura aumenta.

Para conduzir o experimento, será utilizada uma garrafa transparente preenchida com água. A garrafa será vedada com cola e a visualização da expansão da água se dará pela observação da água ao passar pelo canudo dentro dela. Uma lâmpada será posicionada próxima à garrafa para aquecê-la.

Os estudantes serão convidados a observar e registrar as mudanças que ocorrem no líquido à medida que ele é aquecido pela lâmpada. Serão feitas anotações sobre possíveis alterações no nível do líquido na garrafa conforme a temperatura aumenta, evidenciando a dilatação térmica.

Durante o experimento, serão discutidos os conceitos de temperatura, dilatação térmica e comportamento dos líquidos sob aquecimento. Os estudantes serão incentivados a refletir sobre como esses princípios se aplicam em diversas situações do cotidiano.

A interdisciplinaridade com a disciplina de matemática é possível, permitindo a realização de cálculos sobre a variação da expansão da água.

Ao final da prática, os estudantes terão uma compreensão mais sólida de como a temperatura influencia o volume de um líquido e como a dilatação térmica é um fenômeno relevante em diferentes contextos.



**Questionário:**

1 – O que aconteceu durante o processo? Relacione sua resposta com o aumento do nível dos oceanos.

## 6º ENCONTRO - DA REFLEXÃO À AÇÃO: ELABORAÇÃO DE DOCUMENTO PARA PROTOCOLAR NA SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE

**Objetivo:** Compreender como o aumento do nível dos oceanos pode afetar toda a população costeira do planeta.

**Metodologia:** Utilizando uma plataforma online.

### ATIVIDADE 1 – Nuvem de palavras

Registre no diário de bordo todas as palavras que vêm a sua mente quando falamos sobre o aumento do nível dos oceanos.

Utilizando a plataforma Canva (<https://www.canva.com/>) crie uma nuvem de palavras com os termos registrados no diário de bordo.

### ATIVIDADE 2 – Ferramenta de projeção do nível do mar

**Título:** Simulação do Aumento dos Níveis dos Oceanos Utilizando o Portal da NASA

**Descrição:** Nesta prática, exploraremos o portal da NASA dedicado à projeção do aumento dos níveis dos oceanos, disponível em <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>. Este portal oferece uma ferramenta interativa que permite simular e visualizar as projeções do aumento do nível dos oceanos com base nos relatórios do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas).

### ATIVIDADE 3 – Elaboração documental

**Título:** Análise das Práticas e Procedimentos da Secretaria de Meio Ambiente para Mitigação do Aumento do Nível dos Oceanos

**Descrição:** Nesse momento, os estudantes serão encarregados de elaborar um documento de análise que questione as práticas, procedimentos e formas de mitigação abordadas pela Secretaria de Meio Ambiente para lidar com as questões relacionadas ao aumento do nível dos oceanos com os seguintes direcionamentos:

- Práticas de monitoramento e previsão do aumento do nível dos oceanos.
- Procedimentos de avaliação de vulnerabilidades costeiras.
- Estratégias de adaptação para comunidades costeiras.
- Programas de conservação de ecossistemas marinhos e costeiros.
- Iniciativas de redução de emissões de gases de efeito estufa e combate às mudanças climáticas.

## REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, Glen S. **Educação Científica para todos**. Tradução: Maria Teresa Oliveira. Mangualde: Edições Pedagogo LDA, 2009.
- ALENCAR, Suzana M. S. de O. **Horta automatizada: uma proposta interdisciplinar online para o estudo de energia**. Campos dos Goytacazes: Instituto Federal Fluminense, 2020.
- ALMEIDA, Maria K. e S. X. de. **Física térmica com ênfases curriculares em CTSA e ensino por investigação**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2016.
- ARAUJO, Thiago P. Z. A. **Aplicação Interdisciplinar do Enfoque CTS: Uma Proposta para as Disciplinas de Biologia, Física e Química**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2020.
- AULER, Décio; BAZZO, Walter A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2001.
- BASSANI, Paulo; CARPIGIANI, Pedro H. C. Apontamentos do movimento ambiental e desenvolvimento sustentável. **Revista Analecta**, Guarapuava, v. 11, n. 1, p. 35-52, jan./jun. 2010.
- BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Perguntas Frequentes: Principais produtos e serviços do INPE [Brasília]: **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, 2017a. Disponível em: < <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=9/>>. Acesso em: 10 fev. 2024.
- CAMPOS, Edmo J. D. O papel do oceano nas mudanças climáticas globais. **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 55-66, 2014.
- CAPECCHI, Maria C. V. M. Problematização no ensino de ciências. In: CARVALHO, Anna M. P. (org). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.
- CARVALHO, Alfredo M. de. **Análise de uma experiência de ensino de física térmica baseada em uma abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) em uma escola técnica federal de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2017.
- CARVALHO, Anna M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna M. P. (org). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

CASTRO, Belmiro M.; BRANDINI, Frederico P.; WAINER, Ilana E.K.C.; DOTTORI, Marcelo. O mar de amanhã, com as mudanças climáticas de hoje. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 62, n. 3, p. 30-36, 2010. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252010000300016](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000300016). Acesso em: 11 nov. 2024.

CATARINO, Giselle F. C.; REIS, José C. O. A pesquisa em ensino de ciências e a educação científica em tempos de pandemia: reflexões sobre natureza da ciência e interdisciplinaridade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, p. 1-16, 2021.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p.89-100, 2003.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A.; PERNAMBUCO, Marta M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2018.

FIRME, Ruth N.; TEIXEIRA, Francimar M. O discurso de uma professora de Química na vivência de uma abordagem CTS. In: SANTOS, Wildson L. P.; AULER, Décio (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU, 1987.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Tradução: Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis: Vozes, 2001.

MALAQUIAS, Elaine C. **Uma proposta de plano de unidade para o tema energia por meio de uma abordagem CTS&A**. Campo Mourão: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019.

MARENGO, José A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. 2. ed. Brasília: MMA, 2007.

NASA. Jet Propulsion Laboratory. NASA Analysis Sees Spike in 2023 Global Sea Level Due to El Niño. [California]: **Instituto de Tecnologia da Califórnia**, 2024. Disponível em <<https://www.jpl.nasa.gov/news/nasa-analysis-sees-spike-in-2023-global-sea-level-due-to-el-nino>>. Acesso em: 27 mar. 2024.

SANTOS, Wildson L. P. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, Wildson L. P.; AULER, Décio (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

SASSERON, Lúcia H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. 267 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, Lúcia H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, Anna M. P. (org). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

SASSERON, Lúcia H.; CARVALHO, Anna M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SIERRA, Diana F. M.; LOPES, Nataly C.; CARVALHO, Washington L. P. C.; PÉREZ, Leonardo F. M. P. A abordagem de uma questão sociocientífica na educação de adultos. In: SANTOS, Wildson L. P.; AULER, Décio (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

SIQUEIRA, Gisele C.; RIBEIRO, Silvia Andreia F.; FREITAS, Carlos C. G.; SOVIERZOSKI, Hilda H.; LUCAS, Lucken B. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021.

VILCHES, Amparo; PÉREZ, Daniel G.; PRAIA, João. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In: SANTOS, Wildson L. P.; AULER, Décio (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

WILSON, Jessica; LAW, Stephen. **Um breve guia sobre aquecimento global**. Tradução: Patrícia Zimbres. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2009.