



A INTERDISCIPLINARIDADE APLICADA AS CIÊNCIAS DA NATUREZA

Eixo temático: Inversão térmica

Thayná Fernandes de Souza Alves

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Licenciatura em Física, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do certificado em Licenciatura em Física.

Orientador(a): Anderson Fernandes Souza
Coorientador(a): Washington Luiz Raposo da Silva

Nova Friburgo – Rio de Janeiro
Março de 2022

A INTERDISCIPLINARIDADE APLICADA AS CIÊNCIAS DA NATUREZA

Eixo temático: Inversão Térmica

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Licenciatura em Física, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título/certificado em Licenciatura em Física.

Thayná Fernandes de Souza Alves

Banca Examinadora:

Professor Dr. Anderson Fernandes Souza (CEFET/RJ)

Professor Dr. Washington Luiz Raposo da Silva (CEFET/RJ)

Professora Dra. Fernanda Vidal de Campos (IFFLUMINENSE)

Professor Dr. Guilherme Guedes de Almeida (CEFET/RJ)

Professora Dra. Rafaela Oliveira Moreira (CEFET/RJ)

Nova Friburgo - Rio de Janeiro
Março de 2022

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado primeiramente a Deus, porque se não fosse Ele não estaria aonde cheguei, a minha mãe, que sempre me incentivou a estudar e me especializar em uma área e ao meu marido, que sempre esteve ao meu lado me dando apoio e me incentivando durante todo o meu curso. Graças a eles, que sempre estiveram comigo, posso concluir o curso de Licenciatura em Física.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Anderson Fernandes Souza, por ter aceitado acompanhar-me neste projeto, sendo seu empenho fundamental para a minha motivação à medida que as dificuldades iam surgindo ao longo do percurso. Agradeço ao meu coorientador Washington Luiz Raposo da Silva que mostrou estar sempre disposto a me direcionar, e por fim agradeço aos meus professores do curso de Licenciatura em Física que sempre me incentivaram e acreditaram na minha capacidade ao longo do curso.

RESUMO

O projeto interdisciplinar nas Ciências da Natureza visa trazer uma alternativa de metodologia ativa utilizando como eixo central o tema ambiental Inversão Térmica, um fenômeno natural que bloqueia a circulação atmosférica, e faz parte da realidade de cidadãos que moram, principalmente, em cidade grande, cercada por serras e montanhas. A proposta é caracterizar a interdisciplinaridade envolvida no tema escolhido, estimulando atividades em grupo para apresentar soluções a fim de amenizar a emissão dos gases poluentes na atmosfera e trazendo à discussão os benefícios e malefícios causados pelo fenômeno inversão térmica e os benefícios que a implementação dos catalisadores biodegradáveis, como da casca de ovo, pode trazer ao meio ambiente, sendo muito menos agressivos sem produzir resíduos poluentes que acumulem. Esse projeto pode ser implementado tanto no Itinerário Formativo III, o novo Ensino Médio, que é uma alternativa para aqueles que optarem por se aprofundar em investigação científica, quanto na Formação Geral Básica, o ensino regular. Entretanto, existe um desafio ao tentar desenvolver esse projeto interdisciplinar dentro de escolas que valorizam o método tradicional, e para o ensino regular esse desafio se torna maior pelo fato de o currículo mínimo do estado, que deve ser seguido, ser fragmentado, e dessa maneira se corre um risco de o projeto interdisciplinar se tornar multidisciplinar no decorrer de sua aplicação.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, Ciências da Natureza, Inversão Térmica.

ABSTRACT

The interdisciplinary project in Nature Sciences aims to bring an alternative of active methodology using as central axis the environmental theme Thermal Inversion, a natural phenomenon that blocks atmospheric circulation, and is part of the reality of citizens who live mainly in a big city, surrounded by mountains and mountains. The proposal is to characterize the interdisciplinarity involved in the chosen theme, stimulating group activities to present solutions to mitigate the emission of polluting gases in the atmosphere and bringing to the discussion the benefits and harms caused by the thermal inversion phenomenon and the benefits that the implementation of biodegradable catalysts, such as eggshell, can bring to the environment, without producing polluting waste that accumulates. This project can be implemented both in Formative Itinerary III, the new High School, which is an alternative for those who choose to delve deeper into scientific research, as well as in Basic General Education, regular education. However, there is a challenge in trying to develop this interdisciplinary project within schools that value the traditional method, and for regular education this challenge becomes greater because the minimum curriculum of the state, which must be followed, is fragmented, and thus runs a risk of the interdisciplinary project becoming multidisciplinary during its application.

Keywords: Interdisciplinarity, Nature Sciences, Thermal Inversion.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	1
2. Capítulo 1: A interdisciplinaridade e a importância de sua prática no meio educacional.....	4
2.1. A importância da interdisciplinaridade no contexto escolar.....	4
2.2. A interdisciplinaridade sob uma perspectiva legal	7
2.3. A aplicação da metodologia interdisciplinar nas escolas.....	11
3. Capítulo 2: Uma abordagem interdisciplinar com o eixo temático ambiental: Inversão Térmica.	13
3.1. A interdisciplinaridade e a educação ambiental	13
3.2. A interdisciplinaridade e o fenômeno inversão térmica.	15
3.3. A importância do uso de experimentos como ferramenta de aprendizagem no ensino das ciências.....	19
3.4. Inversão térmica: uma alternativa experimental para realizar nas escolas.	21
3.5. Inversão Térmica: uma alternativa para solucionar os impactos causados pela emissão de gases poluentes.....	25
3.6. Inversão Térmica: mapeamento de interconexões das disciplinas envolvidas.	27
4. Capítulo 3: Uma proposta de aplicação da metodologia ativa interdisciplinar para a formação Geral Básica e o Itinerário Formativo III via ação interdisciplinar.....	30
4.1. Identificação dos eixos da BNCC relacionados a proposta interdisciplinar para a Formação Geral Básica e o Itinerário Formativo III.	30
4.2. Metodologia da Aprendizagem Baseado no Projeto Interdisciplinar aplicado as Ciências da Natureza com o eixo temático Inversão Térmica proposto à Formação Geral Básica e ao Itinerário Formativo III.	35
4.3. Proposta para a formação geral básica e o itinerário formativo III.....	45
4.3.1. Metas da aplicação da proposta para o ensino médio.....	50
4.3.2. Público-alvo.....	52
4.3.3. Metodologia.....	53
4.3.4. Avaliação	55
4.3.5. Possíveis fontes de financiamento	58
4.3.6. Orçamento do projeto	59

4.3.7.	Sustentabilidade do projeto	59
4.3.8.	Equipe.....	59
4.3.9.	Objetivos específicos e metas da Etapa1 para aplicação da proposta do ensino médio - Itinerário Formativo III.....	60
4.3.10.	Cronograma de Atividades para o Itinerário III	62
4.3.11.	Adaptação dos objetivos específicos e metas para a aplicação da proposta do ensino médio - Formação Geral Básica.....	65
4.3.12.	Adaptação do cronograma de atividades para a Formação Geral Básica.	70
5.	Considerações Finais.....	73
6.	Referências	75
7.	Apêndices	80
7.1.	Apêndice A – Avaliação diagnóstica de conhecimento gerais	80
7.2.	Apêndice B – Avaliação diagnóstica Pré-Experimental	87
7.3.	Apêndice C – Avaliação diagnóstica Pós-Experimental	93

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo Normal x Inversão Térmica.	17
Figura 2 - Retenção de poluentes no Fluxo Normal e na Inversão Térmica.	18
Figura 3 - Simulador de Inversão Térmica.	23
Figura 4 - A dispersão do NO ₂ em função do tempo em dias normais e em dias de inversão térmica.	24
Figura 5 - Mapa Mental com o tema central Inversão Térmica e as conexões existentes das disciplinas das Ciências da Natureza que estão envolvidas com o tema.	28
Figura 6 - Mapa Mental de interconexões das disciplinas de Ciências da Natureza e Geografia com o tema central inversão térmica e habilidades da BNCC que serão desenvolvidas no decorrer do projeto na formação geral básica.	37
Figura 7 - Simulação do comportamento da atmosfera em dias normais.	40
Figura 8 - Simulação do comportamento da atmosfera em dias de inversão térmica. ...	40
Figura 9 - Mapa Mental de interconexões das disciplinas de Ciências da Natureza com o tema central Inversão Térmica e habilidades da BNCC que serão desenvolvidas no decorrer do projeto no Itinerário Formativo III.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Formulação de indicadores	56
Tabela 2: Identificação dos possíveis parceiros	58
Tabela 3: Organização das disciplinas referentes aos professores responsáveis pelo projeto no Itinerário Formativo III	64
Tabela 4: Organização das disciplinas referentes aos professores responsáveis pelo projeto para Formação Geral Básica	72

1. Introdução

No meio educacional nota-se muitos alunos que não conseguem compreender a importância de se estudar tal disciplina ou o motivo pelo qual se estuda aquele conteúdo, e consequentemente, muitos estudam desinteressadamente, apenas para obter aprovação naquela ou naquelas disciplinas a fim de atingir o próximo nível escolar. Na busca dessa aprovação muito alunos recorrem a outros métodos buscando respostas via internet ou em pessoas que compreendam melhor sobre o assunto para que estas possam realizar as atividades ou provas em seu lugar, sendo assim, não há esforço em aprender e muito menos interesse, a aprovação é o bastante. E esse cenário cresceu absurdamente diante da pandemia da Covid-19 (FILHO e FERREIRA, 2021).

Segundo Souza e Santo (2013) outro fator recorrente que desestimula os estudos ou até mesmo faz com que os alunos procurem outros métodos para serem aprovados encontra-se nos casos em que os alunos possuem o desejo de aprender, mas não conseguem, por estarem sujeitos a um sistema que educa em massa, sem flexibilidade e personalização. Assim, ficam limitados a esse sistema tradicional, que oferece a mesma linha de ensino a todos. Dessa maneira, a sala de aula se torna uma grande indústria, que possui um prazo de três anos para a entrega do “produto”, que são os alunos, e só podendo utilizar um único método de ensino a todos, o tradicional, e caso o aluno não consiga acompanhar esse método não se torna apto a formação escolar.

Para os professores há um outro grande desafio, que é abordar uma metodologia que proporcione maior facilidade para a compreensão dos alunos dentro dos limites do currículo tradicional e fragmentado e este desafio proposto a eles, em muitos casos, não é cumprido, causando insatisfação por parte dos professores por não atingirem seu objetivo, que é ensinar de maneira contextualizada, e nos alunos, por não encontrarem significado em seu aprendizado e não serem construídas habilidades necessárias para ser um cidadão, sendo o aprendizado de tal disciplina um caso isolado de sua realidade.

Diante desse cenário escolar o projeto recebeu motivação para ser realizado a fim de contribuir no ensino de ciências em busca da construção de práticas interdisciplinares. A interdisciplinaridade tem o objetivo de desconstruir a visão

multidisciplinar e construir a inter-relação entre as disciplinas trazendo um pensamento transversal (AUGUSTO, CALDEIRA, *et al.*, 2004). Dessa maneira, esse projeto poderá incentivar os professores a uma busca mais intensa em proporcionar para os alunos um aprendizado atraente e interessante, oferecendo aos estudantes acesso a formação integral. Durante esse processo de formação a teoria dos temas propostos serão integrados à prática e inseridos na realidade concreta, despertando o interesse pelo conhecimento, humanizando e desalienando o indivíduo para a sociedade (ESKADA, 2021).

A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida, é a própria vida. (John Dewey, 1859-1952)

O objetivo do projeto é utilizar referências da realidade no processo de aprendizagem e relacioná-las aos diferentes objetos de conhecimento, a fim de gerar um indivíduo integrante do conhecimento científico com consciência ambiental e social, capaz de buscar ações sustentáveis de forma responsável, sendo características de extrema importância para a formação de um cidadão. Portanto, o projeto precisa ser iniciado com um tema que explore o mundo interconectado, como os temas ambientais, que é uma das opções a serem utilizados como eixos temáticos em projetos interdisciplinares para a área de Ciências da Natureza (ESKADA, 2021).

O eixo temático escolhido para exemplificar o desenvolvimento do método interdisciplinar nesse projeto é direcionado ao tema ambiental Inversão Térmica, um assunto rico em fenômenos físicos, químicos e biológicos que tem a capacidade de inter-relacionar as disciplinas das Ciências da Natureza ao ser abordado, trazendo uma compreensão contextualizada do assunto para os alunos.

O projeto apresenta no capítulo um, a interdisciplinaridade e seus objetivos, sua visão educacional, sua importância no contexto escolar, sua perspectiva legal, a maneira de aplicar a metodologia interdisciplinar nas escolas, seus pressupostos e os desafios enfrentados no decorrer dessa metodologia. No capítulo dois será explicado o fenômeno inversão térmica, a importância de agregar a teoria à prática. Será discutido sobre a importância da escolha do tema ambiental e as inter-relações entre as disciplinas das

Ciências da Natureza trazidas pela inversão térmica, e sobre a relação legal que existe entre a interdisciplinaridade e a educação ambiental. Por fim, no capítulo três será mostrado as metas da BNCC que serão atingidas ao realizar o projeto nas escolas e uma proposta alternativa de como esse projeto poderá ser desenvolvido conforme a reforma do ensino médio.

2. Capítulo 1: A interdisciplinaridade e a importância de sua prática no meio educacional.

2.1. A importância da interdisciplinaridade no contexto escolar.

A importância de o indivíduo possuir uma visão holística, isto é, conseguir enxergar tudo ao seu redor como partes interconectadas faz com que ele perceba o mundo exterior e até mesmo o mundo interior de cada pessoa. A sociedade e o meio ambiente estão em constante relação sendo impossível separá-las. O mundo que conhecemos não se encontra fragmentado e isolado, mas em conexão simbiótica (FILHO e FERREIRA, 2021).

O que a tecnologia traz hoje é integração de todos os espaços e tempos. O ensinar e aprender acontece numa interligação simbiótica, profunda, constante entre o que chamamos mundo físico e mundo digital. Não são dois mundos ou espaços, mas um espaço estendido, uma sala de aula ampliada, que se mescla, hibridiza constantemente. Por isso, a educação formal é cada vez mais blended, misturada, híbrida, porque não acontece só no espaço físico da sala de aula, mas nos múltiplos espaços do cotidiano, que incluem os digitais. O professor precisa seguir comunicando-se face a face com os alunos, mas também digitalmente, com as tecnologias móveis, equilibrando a interação com todos e com cada um. (MORAN, 2015, p. 16)

Nas escolas, porém, há uma estrutura tradicional de currículos que corresponde a uma abordagem fragmentada, ocasionando em um método multidisciplinar, um conjunto de disciplinas trabalhados simultaneamente em sala de aula que não se inter-relacionam, sendo fragmentadas nas suas especificidades e estudadas de maneira isolada. Consequentemente, essa categoria de ensino traz desinteresse por parte dos alunos em aprender, pois nesse modelo aprender significa concluir um nível escolar para atingir o seguinte, e o indivíduo não interage e nem se relaciona com a sociedade e o ambiente (SOUZA e SANTO, 2013).

Segundo as pesquisas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística o número médio de anos de estudo no Brasil aumentou entre 2016 e 2018. O

indicador passou de 8,9 anos para 9,3 anos em 2018 (BRASIL, AGÊNCIA, 2019). Portanto, a escola é um lugar em que o indivíduo passa uma parte de sua vida, em que se trata da mais importante de seu desenvolvimento, a infância, um momento de construção de personalidade, desenvolvimento cognitivo e psicossocial, uma fase que abrange de 0 a 12 anos (FAMILY CENTER, 2020). Considerando que o brasileiro, em média, entra na Educação Infantil por volta dos 4 anos de idade e completa o Ensino Médio por volta dos 18 anos de idade, pode-se considerar que a maior parte de seu desenvolvimento é expresso dentro de sala de aula, por isso é de extrema importância ser construído, durante esse período, uma visão holística no indivíduo dentro do meio educacional e não uma visão fragmentada do mundo em comum (AUGUSTO, CALDEIRA, *et al.*, 2004).

A pluridisciplinaridade, então, surgiu para tentar resolver esse cenário tradicional e fragmentado das escolas, seu objetivo é criar um sistema de disciplinas de um só nível, possuindo disciplinas justapostas situadas geralmente no mesmo nível hierárquico, e agrupando-as a fim de que os aprendizes percebam as relações existentes entre as disciplinas. Assim iniciou-se o agrupamento das disciplinas por áreas nos ensinos Fundamental e Médio. Porém, ainda assim percebe-se a insensibilidade do indivíduo com o mundo comum (MENEZES e SANTOS, 2001).

A interdisciplinaridade, um assunto discutido no Brasil desde 1970, surgiu como uma forma de estabelecer relações entre as disciplinas nas escolas. Esse assunto se tornou uma discussão emergente no meio educacional a fim de superar a abordagem disciplinar tradicionalmente fragmentada, que é frequentemente apontada como incapaz de atender às demandas, por um ensino contextualizado. Porém, a visão educacional não seria apenas tentar estabelecer conexões entre as disciplinas das escolas, como também fazer com que os alunos compreendessem os diferentes objetos de conhecimento, possibilitando, assim, referências a sistemas construídos na realidade destes, sendo esta uma proposta de um ensino baseado na transversalidade, o aluno aprendendo na realidade e situações da realidade (AUGUSTO, CALDEIRA, *et al.*, 2004).

A prática interdisciplinar é, portanto, uma abordagem que facilita o exercício da transversalidade¹, sendo este um caminho facilitador para a formação dos estudantes. A partir desse ponto de vista, esse caminho centrado em eixos temáticos contribui para que a escola forme sujeitos conscientes de seus direitos e deveres e possibilidade de se tornarem aptos a aprender a criar direitos, coletivamente (ESKADA, 2021).

As práticas interdisciplinares tendem a buscar um conhecimento unitário, onde a integração de todas as disciplinas e a ligação delas com a realidade do aluno tornam o conhecimento real e atrativo, sendo que às vezes o aluno consegue enxergá-lo como essencial. (Magalhães, 2005).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) apresentam uma de suas propostas diante do cenário educacional. A proposta é desenvolver um trabalho de integração dos conteúdos de uma disciplina com outras áreas de conhecimento utilizando a interdisciplinaridade como uma maneira de contribuir no aprendizado do aluno (AUGUSTO, CALDEIRA, *et al.*, 2004). Então, percebe-se que a implementação da prática interdisciplinar está em voga na educação brasileira, porém há insegurança e dificuldade entre os educadores de realizar projetos dessa natureza (Fazenda, 2002).

A partir dessas considerações percebe-se que o tema interdisciplinaridade tem sua importância no contexto educacional, inclusive o assunto tem sido discutido nos meios legais, porém a prática interdisciplinar ainda é pouco conhecida por causa da insegurança e dificuldades enfrentadas pelos professores em implementar a metodologia, o que representa um grande desafio (AUGUSTO, CALDEIRA, *et al.*, 2004). Principalmente, nesse momento, com as recentes mudanças na Lei das Diretrizes e Bases (LDB).

¹A transversalidade diz respeito à possibilidade de se instituir, na prática educativa, uma analogia entre aprender conhecimentos teoricamente sistematizados (aprender sobre a realidade) e as questões da vida real (aprender na realidade e da realidade).

Fonte: [contextualizacao temas contemporaneos.pdf \(mec.gov.br\)](https://contextualizacao temas contemporaneos.pdf (mec.gov.br))

2.2. A interdisciplinaridade sob uma perspectiva legal

A interdisciplinaridade começou a ser abordada no Brasil a partir da Lei nº 5.692/71. Desde então, sua presença no cenário educacional brasileiro tem se tornado cada vez mais insistente, principalmente com o sancionamento da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) nº 9.394/96 (BRASIL, 1996)² e com os PCN's (BRASIL, 2000)³. Além de sua grande influência na legislação e nas propostas curriculares, trazendo grandes mudanças nos últimos anos com relação à legislação nacional para a educação.

Nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM, 1998) o tema interdisciplinaridade é compreendida apenas como um “princípio pedagógico”. Em 2012, as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM, 2012), já aborda o tema interdisciplinaridade como “base da organização do Ensino Médio”, tanto que, em 2010, foram promulgadas as novas Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (DCNGEB, 2010), dizendo que necessariamente deve ser reservada 20% da carga horária anual para projetos interdisciplinares nas escolas brasileiras, e estas estão sendo seguidas pela DCNEM/2012. (MOZENA e OSTERMANN, 2014)

A tramitação da Lei 6840 institucionaliza na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional o ensino organizado por áreas (BRASIL, 2002)⁴, o que trouxe ainda mais facilidade na implementação da prática interdisciplinar no meio educacional. Essa facilidade pode ser observada desde que a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) foi introduzida nas DCNEM/1998 (Parecer CNE/CEB nº 15/199856), pois com a organização do ensino por áreas do conhecimento (Linguagens e suas tecnologias, matemática e suas tecnologias, Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais aplicadas), têm-se a finalidade de integrar dois ou mais componentes do currículo, para melhor compreender a complexa realidade e atuar nela. Essa organização do ensino por áreas “não exclui, necessariamente as disciplinas, com suas especificidades e saberes próprios historicamente construídos, mas, sim, implica o

²BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394. 20 de dezembro de 1996.

³BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. Brasília, MEC/SEF. ed. [S.l.]: [s.n.], 2000.

⁴BRASIL. Ministério da Educação-Secretaria de educação Médio e Tecnológico, PCN+ Ensino Médio, Matemática e Suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMANTEC, 2002.

fortalecimento das relações entre elas e sua contextualização para apreensão e intervenção na realidade, requerendo trabalho conjugado e cooperativo dos seus professores no planejamento e na execução dos planos de ensino” (Parecer CNE/CP nº 11/2009). Portanto, aplicar a metodologia interdisciplinar nas escolas se tornou mais apto com a nova organização do currículo da BNCC (BRASIL, 2018)⁵.

Segundo a Base Nacional Curricular Comum – Os marcos legais da BNCC (2017), com a alteração da LDB por força da Lei nº 13.415/2017, a legislação brasileira passou a utilizar, concomitantemente, duas nomenclaturas para se referir às finalidades da educação:

- Art. 35-A. A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento [...]
- Art. 36 § 1º A organização das áreas de que trata o caput e das respectivas competências e habilidades será feita de acordo com critérios estabelecidos em cada sistema de ensino (BRASIL, 2017; ênfases adicionais).

Conforme escrito na Base Nacional Curricular Comum – Currículos: BNCC e Itinerários (2017) as recentes mudanças na LDB, em função da Lei nº 13.415/2017, substituem o modelo único de currículo do Ensino Médio por um modelo diversificado e flexível:

O currículo do ensino médio será composto pela Base Nacional Comum e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, a saber:

- I. Linguagens e suas tecnologias;
- II. Matemática e suas tecnologias;
- III. Ciências da natureza e suas tecnologias;

⁵BRASIL. Ministério da Educação-Secretaria de educação Médio e Tecnológico, PCN+ Ensino Médio, Matemática e Suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMANTEC, 2002.

- IV. Ciências humanas e sociais aplicadas;
- V. Formação técnica e profissional (LDB, Art.36; ênfases adicionais).

Nesse contexto, o currículo do novo Ensino Médio é composto por dois blocos indissociáveis, que são a Formação Geral Básica e os Itinerários Formativos. Na Formação Geral Básica, os currículos e as propostas pedagógicas devem garantir as aprendizagens essenciais definidas na BNCC, conforme as DCNEM/2018. No Itinerário Formativo, que é um currículo estratégico para a flexibilização da organização curricular do Ensino Médio, que possibilita opções de escolha aos estudantes, pode ser estruturado com foco em uma área do conhecimento, na formação técnica e profissional ou, também, na mobilização de competências e habilidades de diferentes áreas, compondo itinerários integrados nos termos da DCNEM/2018.

O itinerário formativo III, de Ciências da natureza e suas tecnologias, é o itinerário apto para o projeto em questão: fenômeno da inversão térmica sob uma perspectiva interdisciplinar. Segundo a Resolução CNE/CBE nº3/2018, Art. 12, § 2º, os eixos estruturantes utilizados no itinerário formativo são:

- I. Investigação científica: supõe o aprofundamento de conceitos fundantes das ciências para a interpretação de ideias, fenômenos e processos para serem utilizados em procedimentos de investigação voltados ao enfrentamento de situações do cotidiano e demandas locais e coletivas, e a proposição de intervenções que considerem o desenvolvimento local e a melhoria da qualidade de vida da comunidade;
- II. Processos criativos: supõe o uso e o aprofundamento do conhecimento científico na construção e criação de experimentos, modelos, protótipos para a criação de processos ou produtos que atendam a demandas para a resolução de problemas identificados na sociedade.
- III. Mediação e Intervenção sociocultural: supõe a mobilização de conhecimentos de uma ou mais áreas para mediar conflitos, promover entendimento e implementar soluções para questões e problemas identificados na comunidade;
- IV. Empreendedorismo: supõe a mobilização de conhecimentos de diferentes áreas para a formação de organizações com variadas missões voltadas ao

desenvolvimento de produtos ou prestação de serviços inovadores com o uso das tecnologias.

O eixo temático inversão térmica sob uma perspectiva interdisciplinar pode ser aplicada tanto na Formação Geral Básica como uma alternativa de prática interdisciplinar quanto no Itinerário Formativo III como módulo dos seguintes eixos estruturantes: Investigação científica e Processos criativos.

Diante dos trâmites oficiais, é notável que a interdisciplinaridade é o principal foco das demandas para a educação brasileira de nível médio, pois tende, cada vez mais, a ocorrência da extinção das disciplinas e a inserção de um ensino exclusivo a partir de áreas. O financiamento para este fim já acontece por meio do Programa Ensino Médio Inovador (ProEMI) pelo governo federal (MOZENA e OSTERMANN, 2014).

O grande desafio, principalmente para professores de Física, Química e Biologia, entretanto, é dar início a um projeto interdisciplinar nas escolas, pois estas disciplinas têm epistemologias e metodologias muito específicas e diversas entre si, além do fato de que os professores não foram educados sob paradigma interdisciplinar, e não se pode esperar que ações externas tragam contribuições para este fim, os próprios professores devem ser protagonistas da implementação do projeto (AUGUSTO, CALDEIRA, *et al.*, 2004).

A reforma deve se originar dos próprios educadores e não do exterior. Portanto, as ações devidas devem ser internas, pois apenas os professores saberão desenvolver o projeto de acordo com sua realidade escolar, regional e local. (Morin, 2002B, pág.35)

A partir dessas considerações, é necessário, segundo os trâmites oficiais, que os professores desenvolvam projetos interdisciplinares nas escolas. Para que esse caminho se torne mais fácil, principalmente para os professores da área de Ciências da Natureza, seria abordar projetos interdisciplinares com temas ambientais, assim, as práticas disciplinares seriam complementadas e a visão multidisciplinar, fragmentada, seria desconstruída.

2.3. A aplicação da metodologia interdisciplinar nas escolas

A interdisciplinaridade é uma palavra relacionada a um fenômeno característico da ciência contemporânea e a vantagem em aplicar essa metodologia é que se pode relacioná-la a vários contextos, sendo seu objeto de estudo a partir do real, do concreto e não das categorias lógicas e formais que constituem as disciplinas tradicionais, o que traz uma visão coerente e global do saber, do pensamento e da ação, que é crescente para a pesquisa e o desenvolvimento científico, no mundo do trabalho e da vida social (SLIDESHARE A SCRIBD COMPANY, 2015).

A aplicação do projeto interdisciplinar busca envolver mais de uma disciplina adotando uma perspectiva teórico-metodológica comum para as disciplinas envolvidas, sendo os interesses próprios de cada disciplina preservados. Busca solucionar os problemas propostos através da articulação das disciplinas pelos seus representantes e os resultados obtidos são promovidos por meio da integração (UNOPAR CAMPINA GRANDE, 2015). Portanto, a escolha dos temas para se iniciar o projeto é essencial, podendo escolher temas, como: meio ambiente, mitologia, fotografia, vídeo games, entre vários outros temas do cotidiano (LOUREIRO e LIMA., 2015).

O tema a ser abordado em sala de aula deve ser escolhido com o objetivo de ser explorado conforme as disciplinas em comum que serão discutidas durante aquele período escolar. Buscando formar cidadãos com uma visão contextualizada do mundo, integrantes do conhecimento científico e do mundo comum, capazes de solucionar problemas do cotidiano a partir de seus conhecimentos, responsáveis e conscientes da preservação do meio ambiente e do viver em sociedade. Após a escolha do tema a ser discutido, o professor poderá criar um mapa mental a fim de guiá-lo durante o projeto, indicando as conexões das disciplinas de seu interesse com o tema proposto.

O professor terá um papel fundamental durante o processo de ensino-aprendizagem do aluno no método interdisciplinar, sendo ele o mediador do conhecimento, buscando sentido em tudo o que será realizado em sala de aula e apontando novos sentidos para o que se fazer e a partir disso construir o conhecimento. Essa característica do educador possibilitará ao aluno ser mais autônomo face aos saberes possibilitando uma visão global do mundo (INSTITUTO PROJETAR

EDUCAÇÃO, 2010).

O desafio durante a aplicação da metodologia interdisciplinar está agregado a sutileza dos diferentes níveis de interação, que dependendo do grau de diálogo existentes entre as disciplinas, podem assumir os níveis de multidisciplinaridade, pluridisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade (NASCIMENTO, 2012). Portanto, ao aplicar o nível de relação interdisciplinar é necessário manter o cuidado para que o projeto não se converta em multidisciplinar ou pluridisciplinar, isto é, caso o projeto desvie o foco apenas para as particularidades das disciplinas sem focar no conhecimento unitário, se tornará pluridisciplinar. E se caso o foco for nomear as disciplinas envolvidas e cada professor abordar o assunto de acordo com sua especificidade de maneira fragmentada, se tornará multidisciplinar.

3. Capítulo 2: Uma abordagem interdisciplinar com o eixo temático ambiental: Inversão Térmica.

3.1. A interdisciplinaridade e a educação ambiental

A escola é um espaço propício para desenvolver a Educação Ambiental, pois representa um lugar de socialização, partilhamento de experiências e de conhecimentos, dessa maneira, o meio mais eficaz para a prática do desenvolvimento sustentável e do senso crítico na resolução de problemas ambientais é nesta entidade, pois compreende o período que os cidadãos estão moldando seus critérios e valorização.

A Educação Ambiental teve o primeiro passo apresentado pela Política Nacional do Meio Ambiente, que foi instituída com a Lei 6.938, de 1981 (Art. 2, X) (BRASIL, 1981). Na Constituição Federal de 1988 foi incorporado o conceito de desenvolvimento sustentável no Capítulo VI: Do Meio Ambiente introduzido no Título VIII: Ordem Social, a fim de assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (Art. 225, § 1º, VI). Portanto, o acesso à Educação Ambiental nas escolas é dever do Estado.

Em 1996, na LDB, a Lei Nº 9.394 12/96, diz que os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios, incluído pela Lei 12.608 de 2012, é necessário que seja integrado ao ensino então vigente, e não que exista uma disciplina obrigatória ou até mesmo atividades teóricas e práticas obrigatórias para o desempenho dos profissionais em sala de aula.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais apresentam a Educação Ambiental como um assunto ideal para ser desenvolvido transversalmente entre as áreas de conhecimentos, a fim de que seja criada uma visão global e abrangente das questões ambientais, visualizando aspectos físicos e histórico-sociais, adquirindo noção em escalas local e planetária desses problemas (BRASIL, 1997, p.193), as PCN's, também ressaltam essa complementaridade entre temas transversais e interdisciplinaridade como

sendo essencial para a formação do indivíduo enquanto cidadão (BRASIL,1997, p.31). Tanto que Freire já dizia em seu repertório que é necessário buscar a efetivação da prática educativa de forma crítica, emancipatória e interdisciplinar, isto é, que perpassasse todas as disciplinas de maneira indissociável e isso requer mudança de um ensino fragmentado para uma educação libertadora, definida como aquela que transforma sujeitos passivos em seres pensantes, conscientes e mais humanos (GIRON e FERRARO, 2018).

Segundo Gomes (2014, p.7): “A Educação Ambiental como tema transversal, propõe um trabalho interdisciplinar, na qual todas as áreas do conhecimento estejam interligadas neste processo. A troca de um sistema tradicional de ensino por uma variedade de teorias, métodos e práticas educacionais, mormente aquelas que permitam a libertação do indivíduo da opressão social, atendem mais a uma postura que prepare para a complexidade como ponto de partida para a transversalidade da Educação no ambiente escolar”.

Portanto, ao trabalhar com temas transversais e interdisciplinares, como os temas ambientais as inter-relações entre os objetos de conhecimento são expostas de forma que não é possível a partir de uma perspectiva disciplinar rígida realizar um trabalho pautado na transversalidade, pois esta promove uma compreensão abrangente dos diferentes objetos de conhecimentos. Abrindo, dessa maneira, espaço para a inclusão de saberes extraescolares possibilitando uma construção na realidade dos alunos.

Os educadores devem, através da educação ambiental, contribuir para a formação de cidadãos conscientes, desenvolvendo reflexões e debates sobre questões ambientais e desenvolvendo nos alunos a capacidade crítica sobre questões socioambientais, contribuindo para a formação de valores, ensino e aprendizagem, para tanto o tema deve ser incluído em situações do dia a dia dos alunos, correlacionando o tema ao meio em que vivem, debatendo e trazendo reflexões que visam a estimular o raciocínio e a visão crítica, para que possam disseminar o aprendizado em casa, na escola e na própria vizinhança, para que as pessoas conheçam a importância das questões ambientais e sustentabilidade. (MELO, 2017, p.5)

Dessa maneira, quando um tema ambiental é utilizado para iniciar projetos interdisciplinares a fim de serem trabalhados em sala de aula, observa-se que os estudantes se tornam críticos, se sentem inseridos na sociedade, em projetos coletivos, parte dos fenômenos e capazes de mudá-los, e conseqüentemente, os aprendizes utilizam o objeto de estudo para discutirem e pesquisarem as origens e os danos do tema estudado, e apresentarem soluções que podem resolver o problema em questão, obtendo um despertar da consciência ambiental dos indivíduos (BENITES, 2013).

Os projetos interdisciplinares são eficientes a partir do momento que os professores estimulam o pensar interdisciplinar e se possibilitam refletir sobre objetivos em comum na construção da aprendizagem integrada, diminuindo a excessiva compartimentação das disciplinas. Para elaborar um projeto interdisciplinar, os professores precisam perpassar as fronteiras das disciplinas institucionalizadas, a fim de chegar ao consenso de temas comuns, que possam ser desenvolvidos em consonância com o olhar experiente de cada especialista, mediante métodos próprios de cada disciplina, mas que permitam a troca dos saberes e experiências (NASCIMENTO et al., 2018).

Deste modo, a Educação Ambiental abordada a partir de uma visão interdisciplinar e de um desenvolvimento transversal, pode oferecer maior integração entre as disciplinas promovendo uma aprendizagem contextualizada a fim de despertar a compreensão da complexa realidade do indivíduo, permitindo uma educação transformadora e conscientizadora com respeito as problematizações ambientais.

3.2. A interdisciplinaridade e o fenômeno inversão térmica.

Os temas ambientais, normalmente, são mais trabalhados entre o 6º ano e o 8º ano do Ensino Fundamental (CURRÍCULO MÍNIMO - BIOLOGIA, 2012), no Ensino Médio a realidade não é a mesma, principalmente pela falta de textos e experimentos adequados as suas necessidades. Portanto, a proposta de projeto interdisciplinar com a alternativa do tema inversão térmica poderá contribuir para que se tenha esse material necessário a fim de serem trabalhados no Ensino Médio.

A interdisciplinaridade propõe a comunicação constante entre as disciplinas construindo um conhecimento único e preservando suas especificações. Esse projeto visa aplicar o método interdisciplinar no decorrer do Ensino Médio na área das Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, que é composta pela Física, Química e Biologia. O tema inversão térmica foi escolhido para exemplificar essa aplicação na área proposta por ser um objeto de estudo que parte da realidade e rico em fenômenos físicos, químicos e biológicos.

A inversão térmica ocorre, normalmente, em dias de inverno seco, esta estação do ano ocorre porque o planeta Terra realiza movimentos no espaço que consequentemente provocam as estações do ano. Nas estações em que os raios solares estão mais intensos e a umidade relativa do ar alta, o ar atmosférico realiza um movimento que renova constantemente seu ciclo, denominado convecção, e os raios solares são os responsáveis por manter a atmosfera, que é dividida em estratosfera, exosfera, mesosfera, termosfera e troposfera e composta basicamente de nitrogênio, oxigênio, argônio, gás carbônico e pequena quantidade de outros gases, aquecida à noite pela sua grande capacidade de absorção da radiação infravermelho (SILVA e FERTONANI, 2006).

Nesses dias de fluxos normais da atmosfera observa-se uma relação entre a temperatura a pressão do ar e a altitude. Por exemplo: se estivermos localizados em uma região que apresenta altitude baixa, consequentemente a temperatura estará mais quente e a pressão do ar menor, então, à medida que nos afastamos da superfície terrestre maior é a pressão do ar e a temperatura vai diminuindo. Diante desse exemplo percebe-se que a massa de ar quente fica localizada próxima à superfície terrestre, onde temos valores baixos de pressão, e essa massa por ser menos densa que o ar sobe para as camadas superiores e a massa de ar frio desce por ser mais densa que a massa de ar quente, dessa maneira acontece a convecção. Então, mesmo que os gases poluentes sejam emitidos na atmosfera serão dispersos pelo ciclo do ar (AZEVEDO, 2019).

A inversão térmica acontece porque o ar próximo à superfície da Terra se resfria rapidamente devido a menor incidência de luz solar e menor concentração de vapor d'água, próximo à superfície terrestre. Nesse momento é comum “não ocorrer” a convecção dos ventos porque uma massa de ar frio se aproxima do Brasil, a massa Polar

Atlântica, e as cidades localizadas em vales, cercadas por serras e montanhas são as que mais sofrem com o fenômeno. Assim, quando o ar próximo à superfície da Terra se resfria mais rápido deixando uma camada acima mais quente ocorre esse fenômeno (SILVA e FERTONANI, 2006), conforme mostrado na Figura 1 abaixo:

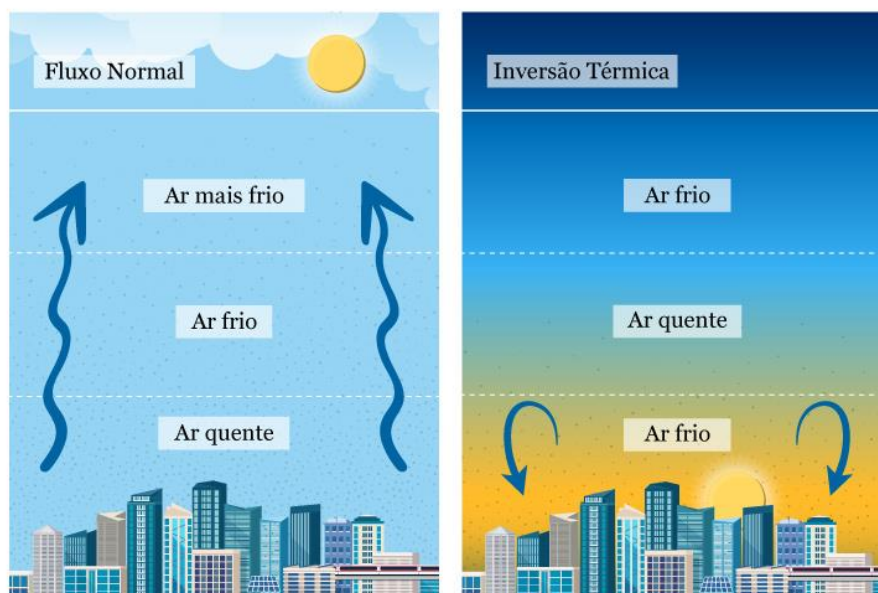


Figura 1 - Fluxo Normal x Inversão Térmica.

Fonte: Elaborado por (AZEVEDO, 2019).

A inversão térmica se torna nociva a partir do momento em que o ar possui altas concentrações de poluentes por causa da elevada emissão de gases poluentes na atmosfera. Esses gases se retêm na atmosfera não havendo a dispersão para as camadas superiores devido à diferença de densidade entre as camadas, pois o ar frio é muito mais denso que o ar quente. Em decorrência desse fenômeno se torna ocorrente a elevação dos problemas respiratórios e sintomas alérgicos na população urbana, pois como “não acontece” a convecção dos ventos o ar não se renova e os gases poluentes emitidos pelas indústrias e automóveis ficam retidos na superfície terrestre. Esses gases não são dispersos para as camadas superiores porque em dias de inversão térmica a camada de ar frio, que é muito densa, se estaciona na superfície terrestre, e consequentemente os poluentes emitidos na atmosfera também ficam retidos nessa massa, conforme mostrado na Figura 2 da página seguinte:

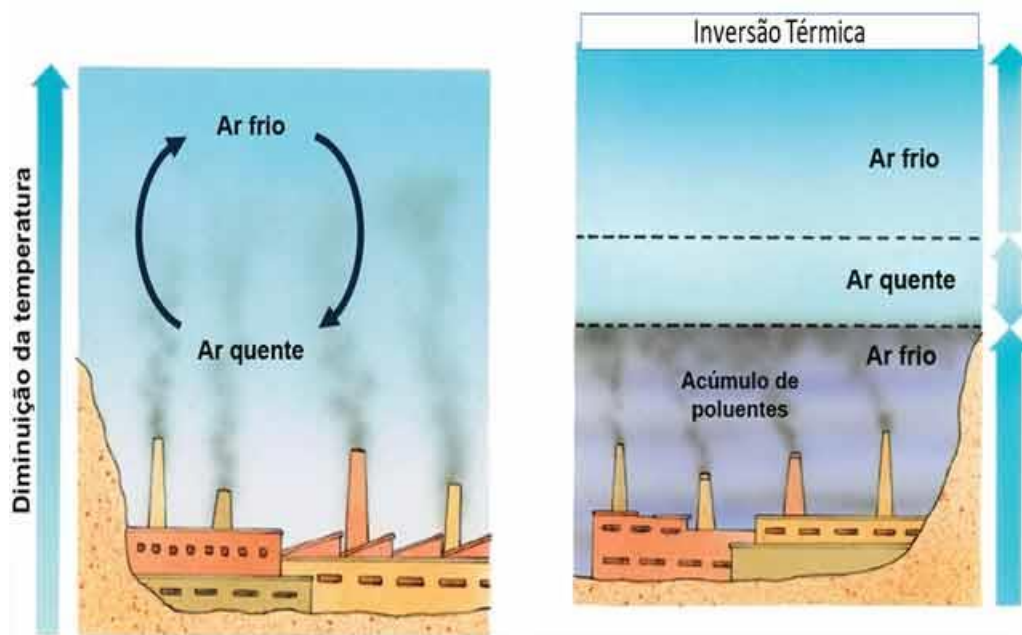


Figura 2 - Retenção de poluentes no Fluxo Normal e na Inversão Térmica.

Fonte: Elaborado por (PLANETA BIOLOGIA, 2021).

A humanidade contribui para o crescente índice de emissão de gases poluentes com as queimadas, motores de automóveis e indústrias que emitem um dos gases nocivos (PLANETA BIOLOGIA, 2021), o Monóxido de Nitrogênio, que ao entrar em contato com o Oxigênio reage formando o Dióxido de Nitrogênio, sendo prejudicial à saúde e que causam doenças a população urbana (SILVA e FERTONANI, 2006).

A fim de diminuir os impactos causados pela ação humana algumas medidas podem ser adotadas pelos governantes e representantes dessas cidades. Uma das soluções é a implementação de políticas ambientais que sejam de fato eficientes e favoráveis ao meio ambiente. Além disso, é necessário que essas políticas sejam controladas e fiscalizadas para que sejam respeitadas e cumpridas. O governo também pode adotar uma política de diminuição das queimadas e a adoção do uso de biocombustíveis e energia elétrica limpa e renovável para substituir o uso de combustíveis fósseis que são tão prejudiciais ao meio ambiente. Outra medida possível é a execução de campanhas que conscientizem os cidadãos da necessidade da existência de uma preservação ambiental (RIBEIRO, 2021).

A implementação do uso de biocombustíveis é o mais estudado a fim de utilizá-lo na solução de alta concentração de gases poluentes emitidos na atmosfera. Essa implementação é de tecnologia limpa e são abundantes na natureza ou são produzidos em grande quantidade nas atividades como agropecuária, sendo considerados como renováveis e sustentáveis, tendo ampla relação, portanto, com a preservação do meio ambiente (PROENÇA, FEIHRMANN, *et al.*, 2019).

Os catalisadores verdes ou biodegradáveis são importantes pois são ecológicos, isto é, se decompõem pela ação de microrganismos e não geram resíduos poluentes se reintegrando com o menor impacto possível na natureza, e são produzidos a partir de produtos biológicos, sendo um processo que agride menos o meio ambiente (MARIA VERDE, 2018). Diante disso o projeto apresenta como alternativa um catalisador produzido da casca de ovo e aplicado a produção de biodiesel que é uma solução para implementação dos biocombustíveis no lugar dos combustíveis fósseis. Além disso, se direciona toneladas de cascas de ovos de galinha, que iriam para o lixo, para a produção de um catalisador em pó. Durante o processo da produção do catalisador da casca de ovo coleta-se e quebra-se as cascas e em seguida elas são lavadas para tirar as impurezas. Em seguida, secam as cascas de ovos na estufa, logo a seguir essas cascas são calcinadas, que é um processo de se queimar substâncias variadas sendo a reação química de decomposição térmica (PROENÇA, FEIHRMANN, *et al.*, 2019).

Diante da visão apresentada do fenômeno inversão térmica observa-se o caminho rico em conhecimento que o aluno pode construir ao estudar esse tema de maneira interdisciplinar, que propõe uma construção de conhecimento contextualizado na área das Ciências da Natureza.

3.3. A importância do uso de experimentos como ferramenta de aprendizagem no ensino das ciências.

As aulas práticas, como método didático, são extremamente importantes e decisivas para o aprendizado das ciências, pois contribuem para a formação científica, tendo em vista que aguça a observação, manipulação e construção de modelo. A prática deve permitir ao estudante observar, vivenciar e discutir conjunto de experiências e

fenômenos biológicos e físico-químicos relacionados com seu cotidiano (PIOCHON, 2002). Esse método de aprendizagem facilita a compreensão da complexidade do assunto e demonstra os fenômenos naturais, despertando o interesse nos alunos (SILVA, SILVA, *et al.*, 2015).

Na aplicação dos conteúdos da área de Ciências da Natureza a teoria não deveria ser desvinculada da prática, pois isso causa a esterilidade e invalida a mentalidade dos estudantes. Portanto, a metodologia de ensino teórico vinculado a prática é imprescindível para construção do conhecimento científico dos alunos. Assim, a realização de experimentos e a utilização de observação dos fenômenos e transformações do cotidiano que ocorrem no ambiente são ferramentas que introduzem e ilustram diversos itens da programação das disciplinas das ciências da natureza. Portanto, essa metodologia de ensino, quando bem orientados, forma um cidadão com princípios científicos e lhe dá um preparo autêntico, permitindo que este associe o conhecimento científico aos fatos do cotidiano (SILVA e FERTONANI, 2006).

A experimentação para demonstrar fenômenos ambientais tem sido incluído cada vez mais no meio escolar, pois faz com que os estudantes compreendam com maior facilidade os conteúdos. Essa estratégia está sendo utilizada por grande parte dos professores, pois este acredita que contribuindo com os experimentos, os alunos possuirão a oportunidade de imaginar os fenômenos e relacioná-los com o cotidiano, despertando-os para uma consciência crítica em relação ao conhecimento científico e para o desenvolvimento tecnológico, econômico e cultural da sociedade que está aliada a qualidade de vida e preservação do planeta (SOUZA e COSTA, 2021).

A utilização de experimentos em sala de aula conduz o aluno a fazer parte do processo de aprendizagem, deixando de ter uma postura passiva e intervindo na sua realidade, isto é, sendo capaz de se sentir parte do fenômeno.

É uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre seu objetivo de estudo [...] (CARVALHO, 1999, p.42)

Segundo Souza e Costa (2021) é importante o professor saber conduzir a forma da utilização dos experimentos nesse processo de ensino e aprendizagem, complementando com questionamentos e discussões para melhor compreensão do fenômeno no momento de sua realização.

Muitos trabalhos relacionados ao ensino de ciências afirmam que não utilizam da experimentação como o uso de ferramenta na aprendizagem pela falta de recursos, como laboratório, tempo, equipamentos e entre outros.

É inocente justificar o pouco uso das atividades experimentais pela falta de recursos, uma vez que revistas direcionadas para a educação em ciências contêm, frequentemente, experimentos com materiais de baixo custo sobre temas abrangentes que contemplam diversos conteúdos. (SILVA, 2009, p.4)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio citam que: “é indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir em diferentes formas e níveis. E dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável” (BRASIL, 2002, p.37). Portanto, as atividades experimentais são imprescindíveis durante a apresentação dos conteúdos das disciplinas da área de Ciências da Natureza, no caso particular da Física se torna um recurso, muitas vezes, para materializar um conceito, por esta disciplina ser mais abstrata.

3.4. Inversão térmica: uma alternativa experimental para realizar nas escolas.

Através do experimento simples e com materiais de fácil aquisição descrito e realizado por Silva e Fertoni (2006) do curso de Química Ambiental do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas – Campus de São José do Rio Preto, Departamento de Química e Ciências Ambientais, pode-se demonstrar o fenômeno inversão térmica para os alunos do ensino médio, explicando, assim, de maneira visível

o fenômeno e abordando aspectos, físicos e químicos e consequências biológicas inerentes ao processo.

Materiais e reagentes:

- 2 garrafas PET (2 litros);
- 1 garrafa PET (caçulinha);
- 1,0 g de Cobre Metálico;
- 15 ml de Ácido Nítrico concentrado;
- 1 bomba de aquário;
- 2 lâmpadas;
- Tripé;
- Mangueira de silicone;
- Cola quente;
- 1 vidro em forma de Y;
- Gelo.

Procedimento:

Os diferentes passos envolvidos na realização do experimento estão ilustrados na Figura 3 da página seguinte.

1. O experimento é montado com duas garrafas transparente PET, uma garrafa PET “caçulinha” com uma saída em Y, onde são adaptadas mangueiras de silicone.
2. No topo da garrafa (1) é uma lâmpada para o aquecimento de parte superior, simulando a radiação solar. O clima frio é obtido colocando a garrafa imersa em um banho de gelo (5).

3. Na garrafa (2), coloca-se uma lâmpada para simular o aquecimento da camada de ar próxima a superfície da terra.
4. A garrafa “caçulinha” (3) é utilizada como recipiente racional. Adiciona-se então 1,0 g de cobre metálico e 15 ml de ácido nítrico concentrado. A bomba de aquário (4) é adaptada no frasco reacional.



Figura 3 - Simulador de Inversão Térmica.

Fonte: Elaborado por (SILVA e FERTONANI, 2006).

De acordo com a Figura 3 acima, a garrafa que está imersa em um banho de gelo representa a inversão térmica e a outra garrafa representa a atmosfera em dias normais. O dióxido de nitrogênio, um gás colorido, facilita a visualização no simulador de como o ar quente e frio se comportam na inversão térmica e em dias normais.

O ácido nítrico e o cobre metálico, que foi colocado na garrafa “caçulinha”, vão reagir e gerar o monóxido de nitrogênio, cujo gás tóxico e incolor é gerado e emitido por motores de automóveis, centrais termoelétricas, fábricas de fertilizantes, de explosivos ou de ácidos nítricos. Quando o monóxido de nitrogênio entra em contato com o oxigênio da atmosfera forma o dióxido de nitrogênio, outro gás tóxico concentrado a “atmosfera”, e que causa a cor castanha avermelhada dentro das garrafas,

conforme na Figura 4 abaixo:

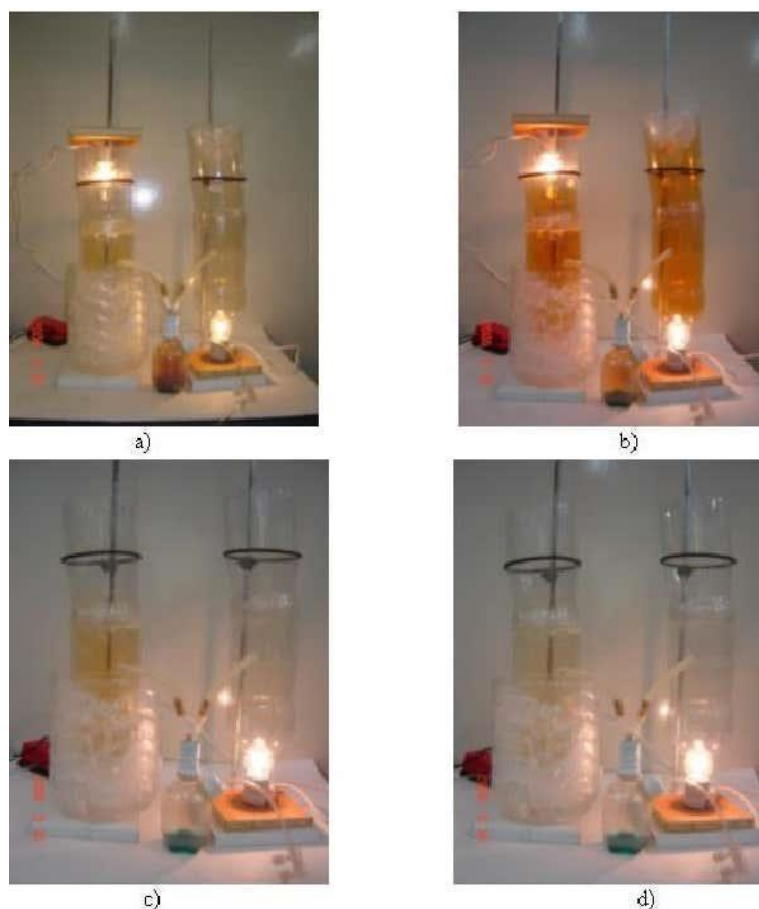


Figura 4 - A dispersão do NO₂ em função do tempo em dias normais e em dias de inversão térmica.

Fonte: Elaborado por (SILVA e FERTONANI, 2006).

Nesse experimento os professores poderão observar na figura a o início da reação dos gases com a atmosfera em dias de inversão térmica, representado pela garrafa imersa em um banho de gelo, e em dias normais, representado pela outra garrafa. Após 4 minutos, na figura b, os alunos começarão a visualizar a dispersão desses gases em dias normais e em dias de inversão térmica. E 10 minutos depois, na figura c, já será observado que os gases poluentes em dias de inversão térmica se estagnam no ar em dias de inversão térmica por muito mais tempo do que em dias normais, concluindo isto na figura d, após 40 minutos desde o início do experimento.

Esse experimento pode ser utilizado para comparar a dispersão dos gases poluentes em dias normais e em dias de inversão térmica em função do tempo e as consequências que essa poluição estagnada pode trazer para o ambiente e a saúde do indivíduo. Implementando discussões sobre quais fenômenos físicos, químicos e biológicos são observados durante o experimento e todos os que estão presentes, levantando questionamentos e debates sobre o assunto.

3.5. Inversão Térmica: uma alternativa para solucionar os impactos causados pela emissão de gases poluentes.

As discussões e análises que poderão ser realizadas com os alunos durante o experimento do simulador de inversão térmica contribuirá na construção de seus conhecimentos e na visualização de como a atmosfera se comporta em dias de inversão térmica e em dias normais. Dessa maneira os alunos compreenderão como os gases poluentes demoram muito mais tempo para se dispersarem na atmosfera durante o fenômeno, o tornando nocivo para o ambiente e a saúde do homem. Então, a fim de apresentar uma solução para esse problema, os alunos serão orientados a iniciar pesquisas sobre o assunto.

Os alunos, durante as pesquisas, se depararão com a implementação de catalisadores, uma substância que aumenta a velocidade de uma reação química sem estar sendo consumido por ela e sem afetar seu equilíbrio, sendo o seu papel, oferecer uma rota mais rápida para seu destino. Por isso que muitas empresas já desenvolvem catalisadores para automóveis e fábricas.

Em seguida, os professores poderão orientar seus alunos a pesquisar sobre catalisadores de baixo custo e gerados a partir de tecnologia limpa, e consequentemente, encontrarão a produção de catalisadores biodegradáveis, e uma alternativa que pode ser utilizada é o catalisador a partir da casca de ovo aplicado a produção de biodiesel.

Segundo Pasa e Reis (2013) essa proposta foi desenvolvida no Laboratório de Ensaio de Combustível (LEC) do Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais e financiada com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos

(Finep) e da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (Finep/ANP), por meio de um programa de formação de recursos humanos. O uso de biocombustíveis, incluindo o de catalisadores da casca de ovo, são considerados renováveis e sustentáveis tendo ampla relação com a preservação do meio ambiente.

O projeto da produção de casca de ovo aplicado a produção de biodiesel é uma alternativa de solução dos problemas causados pela emissão de gases poluentes. O objetivo é substituir combustíveis fósseis por biocombustíveis, que são menos nocivos a natureza, e ainda direcionar toneladas de casca de ovos de galinha, que vão para o lixo, para a produção de um catalisador em pó usado na fabricação de biodiesel. Esse novo produto, à base de gliceróxido de cálcio, age em substituição aos catalisadores homogêneos, usado nas indústrias, que geram muitos resíduos e impactos ambientais, dando um novo rumo à produção de biocombustíveis.

A produção desse catalisador no laboratório da UFMG foi feita com cascas de ovos recolhidas no restaurante universitário do Campus Pampulha, em Belo Horizonte. Previamente lavadas, elas permaneceram por 12 horas em estufa a 105 °C, para secagem. Posteriormente, o material constituído predominantemente de carbonato de cálcio foi triturado em moinho de facas e resultou em um pó fino. Depois de tratado a elevadas temperaturas, ele foi acondicionado em dessecador para então ser convertido em gliceróxido de cálcio e ser usado nas reações. Atualmente, as fórmulas líquidas prevalecem na produção de biodiesel pela facilidade de se misturarem com os outros componentes – o óleo e o álcool.

O catalisador heterogêneo desenvolvido à base das cascas de ovo proporciona a redução do impacto ambiental e é mais econômico em relação ao custo de produção. Para se produzir catalisadores de combustíveis fósseis utiliza-se os poucos produtos sólidos existentes no mercado, que são muito caros, por exigirem metais nobres, como nióbio, ouro e lantânio, em sua produção, apesar de estes serem eficientes, eles demandam o uso de temperaturas mais altas durante a reação química para a produção do biodiesel, afirma a pesquisadora Vânia Pasa.

A tecnologia que desenvolvemos é de baixo custo e fácil aplicação. Eficiente e ecologicamente correta, tem grande importância industrial. (Vânia Pasa, 2013)

Diferentemente da maioria dos heterogêneos, o catalisador de casca de ovo se destaca por poder ser usado na mesma temperatura do produto homogêneo, que é em torno de 65 °C.

A única desvantagem é o tempo na reação. Enquanto os processos com produtos líquidos exigem uma hora, o novo catalisador precisa do triplo. (Vânia Pasa, 2013)

Após, os alunos terem acesso ao conhecimento sobre a produção de catalisadores da casca de ovo aplicados a produção em biodiesel, estes irão associar todo o processo da produção à fenômenos físicos, químicos e biológicos e discutirem entre si o motivo de se ter a necessidade de desenvolver tecnologia limpa atualmente.

3.6. Inversão Térmica: mapeamento de interconexões das disciplinas envolvidas.

Os mapas mentais são diagramas feitos para gestão de informações e conhecimento, sendo um método eficaz para melhorar a memória e compreensão do assunto abordado. Também são usados para expressar ideias de forma simples, rápida e direta, auxiliando em planejamentos e entendimentos (HENRIQUE, 2021).

Um mapa mental consiste em uma imagem ou texto sobre o assunto se iniciando no centro, podendo utilizar imagens, símbolos, códigos e cores. Cada ponto do assunto deve usar palavras chaves escritas em letras maiúsculas ou minúsculas e cada imagem deve estar ligadas a imagem central. As cores no mapa estimulam a visualização e possibilita a organização e o agrupamento dos pontos chaves, já a hierarquia radial, ordem numérica ou contorno para agrupar ramos mantém o mapa com a ideia central clara (CUNHA, 2019).

Um mapa mental com o assunto central inversão térmica foi construído a fim de demonstrar as disciplinas que estão envolvidas com o tema, conforme a Figura 5 da página a seguir:



Figura 5 - Mapa Mental com o tema central Inversão Térmica e as conexões existentes das disciplinas das Ciências da Natureza que estão envolvidas com o tema.

Fonte: Elaboração própria por meio do aplicativo Free Infographic Maker (VENNGAGE)

Segundo Cunha (2019), a construção de um mapa mental é fundamental no método interdisciplinar, pois, é uma ferramenta visual que permite a realização de conexões entre os diferentes aspectos do processo de pensamento, desbloqueando a

criatividade que não é possível apenas por meio de anotações. Essa ferramenta também contribui desde uma organização de aulas até um plano de projeto completo que o professor deseja efetuar, trazendo uma visão clara e concisa que pode ser entendida instantaneamente e uma orientação pictórica e atraente para os alunos.

Os mapas mentais também encorajam a discussão e a interação entre os alunos, pois como fornece uma visão geral e uma descrição necessária sobre o assunto eles se sentem incentivados a participarem a fim de entender do que está sendo falado, por essa razão escolhemos essa ferramenta como base para apresentação desse projeto.

4. Capítulo 3: Uma proposta de aplicação da metodologia ativa interdisciplinar para a formação Geral Básica e o Itinerário Formativo III via ação interdisciplinar.

4.1. Identificação dos eixos da BNCC relacionados a proposta interdisciplinar para a Formação Geral Básica e o Itinerário Formativo III.

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) é o currículo único de ensino padronizado para todo o Brasil que está cercado de polêmicas e resistências, principalmente nesse momento da reforma do ensino médio. A resistência alega que a BNCC não funciona, pois não há como padronizar o ensino em todo o país, sendo que este é desigual e diversificado, e que esse padrão redigido pela BNCC aprofunda a desigualdade social presente no país, porque apenas atendem a minoria (RIBEIRO, 2021). Porém, esse é o currículo que está em pauta no país e o que se deve ser seguido pelas escolas, dessa maneira foi desenvolvido uma proposta para aplicar a interdisciplinaridade no Ensino Médio segundo as diretrizes impostas pela BNCC. Conforme o tema relacionado ao projeto for sendo trabalhado, as metas serão atingidas de modo a alcançar as habilidades e competências que constam na BNCC.

No início da implementação do projeto os alunos construirão o conhecimento sobre a Atmosfera e suas propriedades físicas para introduzir o conhecimento sobre o fenômeno natural inversão térmica, nesse momento os alunos atingirão as habilidades referentes aos códigos **EM13CNT101** e **EM13CNT102**. Abaixo, são destacadas as habilidades desejadas conforme a BNCC (2017):

- **EM13CNT101** - Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

Os alunos serão estimulados a analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações que ocorrem na atmosfera em dias normais e em dias de inversão térmica para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos, priorizando o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

- **EM13CNT102** - Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.

Os alunos realizarão previsões e avaliarão intervenções relacionado ao assunto atmosfera, que é um modelo de sistema térmico, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento em dias normais e em dias de inversão térmica.

Em seguida, o projeto se desdobrará nas ações naturais que intensificam o fenômeno e nas ações antrópicas que são prejudiciais para o ambiente e a sociedade em dias de inversão térmica. Nesse momento os alunos atingirão as habilidades referentes aos códigos **EM13CNT105**, **EM13CNT106** e **EM13CNT107**.

- **EM13CNT105** - Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

Os alunos analisarão o ciclo da água e a convecção do ar que ocorre na atmosfera e interpretarão seus efeitos em dias normais e em dias de inversão térmica e a interferência humana sobre o fenômeno natural para promover ações individuais e coletivas que minimizem as consequências nocivas à vida.

- **EM13CNT106** - Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que

envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.

- **EM13CNT107** - Realizar previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores, motores elétricos e seus componentes, bobinas, transformadores, pilhas, baterias e dispositivos eletrônicos, com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos – com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais – para propor ações que visem a sustentabilidade.

Os alunos apontarão quais ações humanas que prejudicam a saúde do homem em dias de inversão térmica, que é a emissão de gases poluentes por meio de automóveis e indústrias, e assim, avaliarão demandas que envolvam o transporte considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais. Realizando previsões qualitativas e quantitativas sobre o funcionamento de geradores e motores elétricos com base na análise dos processos de transformação e condução de energia envolvidos para propor ações que visem a sustentabilidade.

Após avaliar as causas, os alunos avaliarão e farão previsões de efeitos causados por intervenções no ecossistema, e consequentemente, os impactos nos seres vivos e no corpo humano que sofrem com a poluição nos dias de inversão térmica. Nesse momento os alunos desenvolverão a habilidade referente ao código **EM13CNT203**.

- **EM13CNT203** - Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros).

Em seguida, os alunos serão estimulados a discutir sobre a importância da preservação e conservação da biodiversidade e avaliarão como amenizar os efeitos das ações humanas e endurecer as políticas ambientais para garantir a sustentabilidade do planeta. Nesse momento os alunos desenvolverão a habilidade referente ao código **EM13CNT206**.

- **EM13CNT206** - Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

A seguir, o aluno construirá o conhecimento agregando-o à prática através do experimento do simulador de inversão térmica, interpretando resultados e realizando previsões reconhecendo os limites explicativos das ciências. Nesse momento, o aluno desenvolverá a habilidade referente ao código **EM13CNT205**.

- **EM13CNT205** - Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

No final do projeto os alunos se dedicarão a pesquisas em artigos científicos, interpretando os textos e realizando fichas de leitura a fim de construir estratégias em fontes confiáveis de informação segundo a habilidade referente ao código **EM13CNT303**.

- **EM13CNT303** - Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

Essas pesquisas terão como objetivo elaborar soluções seguras e sustentáveis para amenizar os impactos ambientais e sociais, desenvolvendo uma habilidade referente ao código **EM13CNT307**.

- **EM13CNT307** - Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis considerando seu contexto local e cotidiano.

No decorrer das pesquisas é necessário entender sobre o funcionamento de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais, que se refere a habilidade do código **EM13CNT308**.

- **EM13CNT308** - Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais.

Os alunos poderão analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis, compreendendo a importância de substituir combustíveis fósseis por biocombustíveis e apresentar pesquisas mais especializadas sobre o assunto, como o catalisador da casca do ovo aplicado a produção de biodiesel, que é uma habilidade referente ao código **EM13CNT309**.

- **EM13CNT309** - Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

Em seguida, os alunos organizarão e apresentarão ao público um seminário relacionado ao projeto experienciado pelo aluno no decorrer do período em que foi aplicado, uma habilidade referente ao código **EM13CNT302**.

- **EM13CNT302** - Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Essas serão as habilidades referentes aos códigos da BNCC (2017) que serão atingidos durante o projeto interdisciplinar que terá como eixo temático o tema inversão térmica.

4.2. Metodologia da Aprendizagem Baseado no Projeto Interdisciplinar aplicado as Ciências da Natureza com o eixo temático Inversão Térmica proposto à Formação Geral Básica e ao Itinerário Formativo III.

A proposta interdisciplinar para o Ensino Médio poderá ser implementada tanto para a Formação Geral Básica, no ensino regular, quanto para o Itinerário Formativo III, na reforma do ensino médio. Para melhor compreensão de como os professores podem aplicar o projeto e para terem melhor visibilidade da interdisciplinaridade do projeto, ou seja, das conexões e relações entre as disciplinas, foi utilizada a opção de expressá-lo em dois mapas mentais, sendo um com as adaptações devidas para o ensino regular.

Durante esse projeto é fundamental que o professor desenvolva um trabalho dinâmico e dialógico, dando autonomia para o aluno pesquisar, debater e discutir sobre o assunto a fim de resgatar o prazer pela construção do conhecimento (FILHO e FERREIRA, 2021). Os professores podem utilizar esse método como um dos métodos de avaliação do aluno, além de avaliações escritas, aplicações de questionários, realização de trabalhos ou relatórios e apresentação de seminário, porém o professor não será o único responsável por avaliar os alunos, fazendo com o que o estudante também avalie seus colegas, facilitando a identificação e correção dos erros (BENITES, 2013).

O projeto, no ensino regular, também sofrerá adaptações em seu cronograma de atividades e no período de seu desenvolvimento, essas adaptações serão de acordo com

o Currículo Mínimo do Estado em que for implementado, nesse caso seguiu-se o Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro.

No Itinerário Formativo III esse projeto será desenvolvido em um módulo que terá uma duração de 6 meses e terá os conteúdos mais aprofundados sobre o assunto, já na Formação Geral básica esse projeto será desenvolvido durante os três anos do Ensino Médio com os conceitos mais básicos sobre o assunto. Tanto para o Itinerário Formativo III quanto para a Formação Geral Básica, o projeto poderá sofrer alterações no tema ambiental proposto a fim de que os alunos sejam inseridos na sua realidade regional ou local.

O projeto se iniciará, para os alunos da Formação Geral Básica, no 1º ano do Ensino Médio, com todos os conteúdos do mapa mental apresentado na Figura 6 da página a seguir:



Figura 6 - Mapa Mental de interconexões das disciplinas de Ciências da Natureza e Geografia com o tema central inversão térmica e habilidades da BNCC que serão desenvolvidas no decorrer do projeto na formação geral básica.

Fonte: Elaboração própria por meio do aplicativo Free Infographic Maker (VENNGAGE)

O projeto terá a cooperação dos professores da área de Ciências da Natureza e um professor da área de Ciências Humanas especializado no ramo da Geografia. O assunto será introduzido a partir da apresentação do aumento dos problemas respiratórios e alérgicos na população habitante de grandes cidades urbanas, principalmente em dias de inverno.

O professor poderá solicitar aos alunos dados adicionais para formular hipóteses a fim de solucionar o problema apresentado e redigir um estudo dirigido para que os alunos construam uma linha de raciocínio. Durante o 1º ano do Ensino Médio, os alunos terão acesso a aulas com temas que enriquecerão seus estudos sobre o problema apresentado pelo professor, sendo as aulas utilizadas como uma das fontes de pesquisa dos alunos, momentos para debates, análises da situação e esboços de soluções.

Os alunos terão acesso a aulas sobre a Origem e evolução da vida, um tema, que trata das origens da vida, da Terra, do Universo e do Homem. Nesse momento, o professor, no decorrer das aulas, poderá levantar questões de como a atmosfera interveio em nossa evolução e principalmente no Universo, pois habitamos em um planeta que proporciona as condições adequadas para a nossa existência e evolução a fim de estimular a busca independente dos alunos quanto ao problema exposto. Em seguida, o professor poderá abordar sobre Cosmologia, que trata sobre os movimentos no cosmos, apresentando as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos, como a duração do dia e da noite, estações do ano, fases da Lua, eclipse e marés.

O professor poderá discorrer sobre como ocorre às estações do ano e as influências que cada estação do ano tem sobre a atmosfera, em seguida, poderá introduzir o tema Atmosfera, apresentando sua composição, estrutura e o comportamento da água na atmosfera a fim de trabalhar com os estados físicos dessa substância. Para que os alunos compreendam com completude a constituição da matéria das substâncias presentes na atmosfera e como ocorre as ligações entre elas é necessário obter uma visão geral da tabela periódica, estudar a constituição da matéria, a ligação química e Inter atômica e as interações intermoleculares, que serão percorridos durante todo o 1º ano do Ensino Médio.

No 2º ano do Ensino Médio o assunto dará continuidade a partir das reações químicas que ocorrem na atmosfera, para a compreensão desse assunto o aluno aprenderá sobre o comportamento químico das substâncias - ácidos, bases, sais e óxidos - a fim de entender o resultado das reações das substâncias presentes na atmosfera com os gases poluentes emitidos por automóveis e indústrias. A fim de compreender esses gases que constituem a atmosfera, os alunos, em uma aula sobre Representação e quantificação da matéria, aprenderão a reconhecer que a quantidade de matéria nos gases é estimada pela aplicação da lei dos gases ideais.

Em seguida, o professor poderá explicar a dinâmica da atmosfera da Terra apresentando este como modelo de uma máquina térmica, onde a entrada de transferência de energia se dá por meio da radiação eletromagnética do Sol. E dessa maneira apresentar como acontece a circulação do ar com suas propriedades físicas associadas aos princípios termodinâmicos para entender como o ciclo dessa “máquina” acontece e como os gases são dispersos na atmosfera. A dispersão dos gases no ar pode ser entendida através da noção de misturas multicomponentes.

No decorrer do assunto sobre circulação atmosférica o professor pode mostrar um fenômeno natural que bloqueia essa circulação em dias de inverno seco, uma proposta para essa demonstração é fazer uma simulação mostrando como ocorre a circulação do ar em dias normais e em dias de inversão térmica, representando a massa de ar frio com a água gelada e a massa de ar quente com a água em temperatura ambiente dentro de garrafas pets, apenas tinja a água com cores diferentes para que o aluno saiba diferenciar (MENDES, 2015).

Ao se colocar a garrafa para realizar o experimento demonstrando o comportamento da atmosfera em dias normais, a massa de ar quente precisa ficar em baixo e a de ar frio em cima, sendo assim um bico da garrafa voltado para o outro, e ao se colocar a garrafa para realizar o experimento demonstrando o comportamento da atmosfera em dias de inversão térmica, a massa de ar frio precisa ficar em baixo e de ar quente em cima, segundo a Figura 7 e Figura 8 da página seguinte. Diante disso, os alunos terão uma compreensão melhor sobre o assunto e em seguida, o professor levantará um questionamento sobre o motivo pelo qual isso ocorre na maioria das vezes nesses dias, estimulando os alunos a pesquisas.



Figura 7 - Simulação do comportamento da atmosfera em dias normais.

Fonte: Elaborado por (MENDES, 2015).

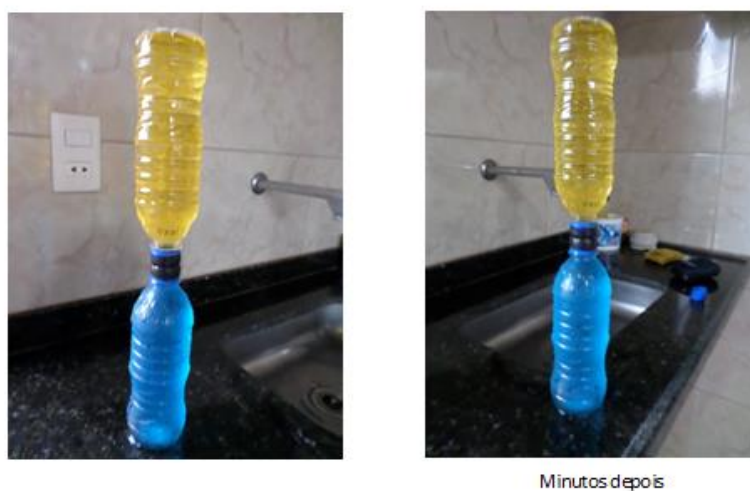


Figura 8 - Simulação do comportamento da atmosfera em dias de inversão térmica.

Fonte: Elaborado por (MENDES, 2015).

Os alunos, então, poderão pesquisar sobre o assunto e encontrarão que a inversão térmica ocorre em dias de inverno por causa da massa de ar frio que se estabelece na superfície de cidades cercadas por serras e montanhas impedindo a circulação do ar, e que o ar nesses dias é seco por causa da umidade relativa do ar que é

bem baixa, causando doenças respiratórias, alérgicas e dificuldades de respirar. Então, outro questionamento poderá ser levantado sobre qual outro fator que influencia, para que nesses dias de inverno seco, ocorra o aumento de doenças respiratórias na população. Durante as pesquisas os alunos encontrarão que a poluição é um agravante nesse quesito, pois por “não haver” circulação do ar, em dias de inversão térmica, a poluição fica estagnada na superfície e a população a inala constantemente.

Diante desse cenário, o professor poderá abordar o assunto Inversão Térmica, explicando com mais detalhes como ela ocorre segundo seus fenômenos científicos e em seguida introduzirá estudos sobre os gases poluentes emitidos por automóveis e indústrias que serão percorridos durante o conteúdo: Usinas termelétricas e hidrelétricas - Energia térmica e mecânica - Conservação e transformação de energia, a fim de conhecer o funcionamento de usinas, avaliar as vantagens e desvantagens desse uso, compreender a construção de usinas e conhecer os impactos sociais e ambientais causados pela instalação delas.

No decorrer do assunto o aluno aprenderá diferenciar combustão completa e incompleta, avaliará as implicações ambientais no uso de diferentes combustíveis e analisará a espontaneidade das reações químicas por meio da Termoquímica e espontaneidade de reações químicas. E durante essas transformações químicas reconhecerá as variáveis que modificam a velocidade de uma reação, como temperatura, pressão, concentração dos reagentes, estado de agregação e catalisador por meio da Cinética.

A partir do momento que os estudantes conhecerem os impactos sociais e ambientais causados pela ação humana no planeta Terra e seus agravantes, irão analisar as principais doenças que atingem a população brasileira, correlacionando-as ao ambiente e à qualidade de vida, indicando medidas profiláticas. E em seguida, elaborarão propostas com vistas à melhoria das condições sociais, diferenciando as de segurança individual das de cunho coletivo, destacando a importância do desenvolvimento de hábitos saudáveis e de segurança, numa perspectiva científica e social.

No 3º ano do Ensino Médio, os alunos terão a contextualização do conceito do fenômeno inversão térmica, então os professores poderão iniciar a produção, juntamente

com a turma, de um simulador de inversão térmica para analisarem cientificamente, na prática, como esse fenômeno acontece. Antes de produzirem esse simulador os alunos receberão instruções de um manual de segurança em laboratório de química para manusear as substâncias químicas, e recolherão garrafas pets e os materiais restantes de fácil acesso para que cada equipe desenvolva o seu simulador. Os materiais que a turma não encontrar, os professores auxiliarão nessa busca. Após essa produção, os alunos anotarão suas observações e análises realizadas e discutirão sobre as anotações em sala de aula agregando-a a realidade concreta.

Os professores estimularão os alunos, após as discussões da prática agregada a teoria e a realidade do aluno, a identificar critérios utilizados como indicadores sociais e de desenvolvimento humano e analisar de forma crítica as consequências do avanço tecnológico sobre o ambiente e as perturbações ambientais, identificando agentes causadores e seus efeitos nesse fenômeno natural e na sociedade. Diante disso, os alunos precisarão estar conscientes da importância dos ciclos biogeoquímicos para a manutenção da vida e de que as ações antrópicas causam consequências na natureza.

Os alunos, após serem conscientizados, apresentarão soluções avaliando métodos, processos ou procedimentos que podem ser utilizados para amenizar os impactos sociais e ambientais provocados pela poluição emitida das indústrias e automóveis. Os professores estimularão os alunos a pesquisarem sobre a produção de biocombustíveis e durante essas pesquisas os alunos precisarão pensar nessas soluções de tecnologia limpa. Especializando as pesquisas dos alunos, direcionando-os a pesquisas sobre catalisadores biodegradáveis, estes terão acesso ao conteúdo de produção do catalisador a partir da casca de ovo aplicado a produção de biodiesel como uma alternativa de solução, sendo incentivados por esse caminho. As pesquisas serão destinadas a conhecer o processo dessa produção, seus objetivos, sua função e funcionalidade. Compreender seus aspectos científicos e sua importância para o meio ambiente e a sociedade.

Na conclusão desse projeto, os professores poderão trazer uma proposta de apresentação de seminário, para que os alunos apresentem ao público os conhecimentos científicos, sociais e ambientais adquiridos, e tragam suas perspectivas e experiências adquiridas no decorrer do projeto.

O projeto será desenvolvido para o Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e suas tecnologias, contendo todos os conteúdos conforme o mapa mental representado pela Figura 9 abaixo:



Figura 9 - Mapa Mental de interconexões das disciplinas de Ciências da Natureza com o tema central Inversão Térmica e habilidades da BNCC que serão desenvolvidas no decorrer do projeto no Itinerário Formativo III.

Fonte: Elaboração própria por meio do aplicativo Free Infographic Maker (VENNGAGE)

O projeto terá a participação dos professores dessa área, em um módulo com duração de 6 meses que será dividido em três etapas. A primeira etapa será destinada ao embasamento teórico com foco em um estudo independente sobre a importância da atmosfera, sua composição, estrutura, propriedades e funcionalidade e em seguida sobre o conceito do fenômeno natural inversão térmica, um fenômeno que bloqueia a circulação atmosférica natural, as causas naturais e humanas que intensificam esse fenômeno e suas consequências, e por fim identificar os problemas e formular hipóteses para apresentar algumas soluções ecológicas a fim de amenizar os impactos sociais e ambientais causados pela ação antrópica. Destacando que os professores poderão explorar simulações virtuais e/ou reais sobre o assunto para se tornar mais fácil e compreensível para o aluno.

Na segunda etapa do projeto o foco é a prática que tem como objetivo ser integrada a teoria estudada na primeira etapa. Nesse período, os alunos produzirão um simulador de inversão térmica para visualizar com mais clareza como a circulação do vento ocorre em dias normais e em dias de inversão térmica. Antes de iniciar a produção a turma terá acesso a um material sobre segurança em laboratório de química para manusear de forma segura as substâncias químicas que serão utilizadas durante o experimento. Essa etapa visa estimular o pensamento crítico que inspira discussões sobre o assunto e aprofunda a compreensão sobre o que acontece na realidade.

Na terceira etapa, a última desse projeto, após integrar a prática à teoria, o aluno trará essa percepção para a realidade concreta, o que estimulará a pensar em ações concretas a fim de amenizar o problema em questão. Durante esse período é fundamental que os professores estimulem seus alunos a pesquisas e os orientem no percurso. A turma compreenderá a importância de utilizar biocombustíveis ao invés de combustíveis fósseis, pesquisará sobre quais possibilidades há de implementar uma solução via tecnologia limpa e a partir do momento que foram especializando suas pesquisas encontrarão a produção do catalisador da casca do ovo aplicado a produção de biodiesel e se aprofundarão sobre o assunto, compreendendo o processo de produção, sua funcionalidade e importância para o meio ambiente, as vantagens e desvantagens comparado a catalisadores implementados em combustíveis fósseis. No final desse processo, os alunos se sentirão inseridos na realidade e no conhecimento científico e capazes de buscar e solucionar problemas de maneira consciente. Por fim, os

professores estimularão os alunos a organizarem um seminário destinado a abordar o conhecimento recebido durante esse projeto e apresentarem ao público.

4.3. Proposta para a formação geral básica e o itinerário formativo III.

A proposta de aplicação do projeto interdisciplinar para o Ensino Médio aborda um tema do cotidiano a fim de integrar o aluno aos problemas sociais e ambientais por meio de debates, discussões, experimentações, avaliações diagnósticas e pesquisas sobre soluções que podem amenizar o problema em questão.

As avaliações diagnósticas não servem apenas para classificar e dar nota ao aluno e não são punitivas, como as provas clássicas (MENEZES, 2001), sendo, portanto, uma ferramenta que auxilia os docentes a identificar qual o nível individual dos discentes e auxilia no avanço do processo de aprendizagem destes, se tornando um importante instrumento para melhorar a aprendizagem dos alunos e oferecer uma educação de maior qualidade de maneira individual (SAS PLATAFORMA DE EDUCAÇÃO, 2021).

A avaliação diagnóstica pode ser considerada como um tipo de avaliação que busca compreender e identificar os conteúdos e os conhecimentos que os estudantes já possuem (MASSUCATO e MAYRINK, 2015), antes de se iniciar esse projeto é necessário identificar se o aluno já possui um conhecimento sobre estações do ano, entende o conceito de convecção atmosférica e de inversão térmica, sendo avaliado por meio da avaliação diagnóstica de conhecimentos gerais.

Durante o projeto terá uma avaliação diagnóstica pré-experimental, que será para avaliar o conhecimento e as habilidades dos alunos no decorrer do projeto e se eles conseguiram atingir as metas e os objetivos destinados à Etapa 1 a fim de diagnosticar, segundo o resultado da avaliação, se é possível dar prosseguimento para a aula experimental, parte fundamental do projeto que está na Etapa 2. Após esse período ser bem estruturado e aprovado pelas avaliações diagnósticas, o próximo passo é aplicar a aula experimental e em seguida conceder uma nova avaliação diagnóstica pós-experimental que será aplicada para avaliar se os alunos conseguiram agregar o

experimento a realidade do assunto trabalhado no projeto interdisciplinar. Caso os alunos não consigam atingir o esperado, os professores podem incentivar a debates e discussões para estimulá-los às pesquisas.

Segundo Saraiva Educação (2021) “ao utilizar as avaliações diagnósticas como base para a avaliação do projeto se torna possível para o professor conhecer mais sobre o histórico educacional do aluno como:

- O que o aluno sabe;
- O que o aluno deveria saber, mas não;
- As expectativas dos estudantes com relação aos conteúdos.

E a partir do diagnóstico exibido pelas avaliações os professores têm a possibilidade de melhorar o processo de ensino e aprendizagem durante o período letivo ou de aplicação do projeto para a turma ou individualmente, prezando a inclusão dos alunos e compreensão de suas dificuldades.

O principal objetivo de uma avaliação diagnóstica é reconhecer e caracterizar as etapas de aprendizagem em que os alunos estão posicionados. Com essa avaliação é possível também identificar as limitações, aptidões, conceitos e habilidades dominadas ou negligenciadas de maneira individual, tendo três objetivos específicos:

- Identificar as realidades dos estudantes que estão inseridos nesse processo de aprendizagem;
- Apurar a presença ou ausência das habilidades dos alunos;
- Refletir sobre e reconhecer as causas, dificuldades e limitações de aprendizagem de cada um.

Com esses objetivos percebe-se que a finalidade não é avaliar o estudante em si, mas seu potencial de aprendizagem e assim os professores conseguem adaptar o plano de ensino para atender os alunos da melhor maneira.”

Os alunos do Itinerário III, durante o projeto, terão acesso há três etapas importantes e cada etapa terá como método de avaliação a avaliação diagnóstica para o bom desenvolvimento de ensino e aprendizagem dos alunos com respeito ao assunto

que será abordado no projeto interdisciplinar. As etapas serão:

- Etapa 1 - será direcionado a compreensão da importância, da estrutura e composição da atmosfera e de seu comportamento a fim de que o aluno compreenda de maneira contextualizada o tema inversão térmica, sabendo identificar e compreender os fenômenos científicos inerentes ao processo, suas causas e consequências e discutir soluções segundo as políticas ambientais e sociais que estão entorno do problema.
- Etapa 2 - será direcionado ao aluno saber aplicar todo o conhecimento adquirido em uma experimentação e analisar segundo a observação do experimento realizado agregando a realidade exposta. Nessa etapa os alunos receberão orientações de segurança para poderem manusear da maneira correta as substâncias químicas.
- Etapa 3 - os alunos serão direcionados a iniciar uma pesquisa especializada destinada a buscar soluções segundo as políticas ambientais para amenizar os impactos que a inversão térmica causa no ambiente e na sociedade, e receberão a proposta de seus professores de apresentar um seminário sobre todo o conteúdo que foi estudado, pesquisado e experimentado durante esse período do projeto como uma forma de encerrá-lo.

Os alunos da Formação Geral Básica terão acesso ao desenvolvimento do projeto durante os três anos do Ensino Médio, sendo:

- 1º ano do Ensino Médio - será direcionado ao aluno compreender a importância da atmosfera, sua relação com as estações do ano, sua composição e estrutura, entender o ciclo da água na atmosfera, sua constituição a fim de obter noções sobre o funcionamento da atmosfera para que se compreenda de maneira contextualizada o fenômeno inversão térmica;
- 2º ano do Ensino Médio - será direcionado ao aluno compreender as reações químicas entre as substâncias presentes na atmosfera, a circulação atmosférica relacionando seu funcionamento a máquinas

térmicas e princípios termodinâmicos a fim de compreender o comportamento da atmosfera em dias normais e em dias de inversão térmica, e identificar e compreender os fenômenos científicos inerentes ao processo. Identificar suas causas, consequências e discutir soluções segundo as políticas ambientais e sociais que estão entorno do problema.

- 3º ano do Ensino Médio - será direcionado ao aluno saber aplicar todo o conhecimento adquirido em uma experimentação e analisar segundo a observação do experimento realizado agregando a realidade exposta. Nessa etapa os alunos receberão orientações de segurança para poderem manusear da maneira correta as substâncias químicas. Também serão direcionados a iniciar uma pesquisa especializada destinada a buscar soluções segundo as políticas ambientais para amenizar os impactos que a inversão térmica causa no ambiente e na sociedade, e receberão a proposta de seus professores de apresentar um seminário sobre todo o conteúdo que foi estudado, pesquisado e experimentado durante esse período do projeto como uma forma de encerrá-lo.

Para a Formação Geral Básica, os alunos não precisam aprofundar nos conteúdos que estão associados a Física na Atmosfera, apenas obter conhecimento sobre circulação atmosférica e associar os conceitos aos princípios termodinâmicos e à máquina térmica.

Os objetivos da aplicação dessa proposta para a Formação Geral Básica propõem que a primeira etapa seja dissociada no 1º e 2º ano do Ensino Médio, o professor pode aplicar uma avaliação diagnóstica de conhecimento gerais antes da iniciação do projeto a fim de avaliar os alunos sobre os temas que serão trabalhados no decorrer do projeto e saber como organizar o ensino e aprendizagem no decorrer do projeto de acordo com o resultado da avaliação aplicada. A avaliação diagnóstica pré-experimental pode ser aplicada antes da realização do experimento do simulador de inversão térmica a fim de avaliar o processo de aprendizagem dos alunos e se será necessário reestruturar o projeto.

Na segunda etapa o professor pode aplicar a avaliação diagnóstica pós-experimental após a realização do experimento do simulador de inversão térmica a fim de avaliar o conhecimento adquirido pelos alunos durante o experimento, quais os fenômenos científicos observados por eles e se sabem agregar o conhecimento construído no decorrer do projeto à realidade. Em seguida, os professores podem abrir um diálogo entre os alunos a fim de complementar o conhecimento deles com respeito aos fenômenos científicos observados comparando com todos que ocorrem durante o experimento. Um método de avaliação relevante para que o professor avalie o conhecimento do aluno cabalmente e incentivá-los a se aprofundarem mais nas pesquisas sobre o assunto é propor que apresentem um relatório do experimento realizado.

Na terceira etapa, a etapa final do desenvolvimento desse projeto, os professores podem comparar as avaliações diagnósticas que foram aplicadas aos alunos para observar o progresso no processo de ensino e aprendizagem no decorrer do projeto com respeito a seus conhecimentos interdisciplinares, princípios e limites científicos. A fim de avaliar os alunos com respeito a esse processo os professores também podem estimulá-los a uma pesquisa especializada sobre soluções dos problemas causados pela inversão térmica que produzam menos impactos ambientais e em seguida apresentar uma proposta para a turma de realizar um seminário com respeito ao assunto estudado durante o projeto.

As etapas 2 e 3 do projeto, para o ensino regular, podem ser desenvolvidas durante o 3º ano do Ensino Médio, então a avaliação diagnóstica pré-experimental pode ser aplicada nesse período. Para a Formação Geral Básica não será necessário que os alunos desenvolvam o relatório sobre a produção do simulador inversão térmica, portanto os professores podem aplicar avaliações sobre o que foi estudado ou realizar trabalhos. As avaliações diagnósticas propostas durante as etapas estão disponíveis nos apêndices A, B e C.

O desenvolvimento desse projeto pode apresentar desafios para algumas regiões, como a falta de alguns materiais para construir o simulador de inversão térmica ou a falta de dispositivos tecnológicos para que os alunos tenham acesso a imagens ou simulações com melhor visibilidade, diante disso os professores podem recorrer a

alternativas a fim de explicar o fenômeno de acordo com seus aspectos físicos, químicos e biológicos, como buscar imagens na internet e levá-las para a sala de aula e explicar a partir dela, ou explicar detalhadamente, com o uso de quadro e canetas coloridas por meio de desenhos.

4.3.1. Metas da aplicação da proposta para o ensino médio

➤ ETAPA 1:

- Compreender a importância da atmosfera para a sociedade e o ambiente;
- Compreender as influências que as estações do ano têm sobre a atmosfera;
- Conhecer os gases que compõem a atmosfera e sua estrutura;
- Compreender os estados físicos da água na atmosfera;
- Compreender sobre ótica geométrica;
- Conhecer as propriedades do ar: pressão atmosférica, densidade, matéria, massa e resistência;
- Compreender a hidrostática para entender o comportamento da pressão atmosférica;
- Compreender a dinâmica dos fluidos para entender o movimento dos gases;
- Compreender sobre Termodinâmica e suas leis;
- Compreender a constituição da matéria dos gases, sua massa e seu comportamento na atmosfera;
- Compreender a velocidade de difusão dos gases;
- Saber apresentar a definição do conceito de inversão térmica e explicá-la segundo os conhecimentos científicos, sociais e ambientais;
- Compreender segundo os fenômenos científicos inerentes ao processo como acontece o bloqueio da convecção do ar;
- Identificar os fatores que intensificam o processo natural de inversão térmica;
- Identificar os fatores que intensificam a inversão térmica;
- Conhecer os gases nocivos emitidos para a atmosfera;

- Identificar os impactos ambientais e sociais causados pelos gases nocivos;
- Compreender as doenças causadas pelos gases poluentes retidos na atmosfera em dias de inversão térmica;
- Pesquisar soluções para amenizar impactos ambientais e sociais causados ações antrópicas;
- Discutir sobre implementação de energia limpa.

➤ ETAPA 2:

- Compreender sobre reação, solução e cinética química e ótica geométrica para realizar o experimento e saber explicar os fenômenos ocorridos;
- Conhecer o manual de segurança em laboratório de química para saber manusear corretamente as substâncias;
- Desenvolver a construção do simulador de inversão térmica coletivamente para que os alunos aprendam a desenvolver atividades coletivas;
- Observar e anotar durante o experimento os fenômenos científicos inerentes ao processo;
- Discutir entre as equipes os fenômenos científicos identificados e observados por eles;
- Comparar as anotações feitas durante o experimento com o aspecto teórico estudado;
- Saber agregar o aspecto teórico ao prático comparando a realidade regional ou local.
- Apresentar propostas para elaborar propostas com vistas a melhorias sociais e ambientais.

➤ ETAPA 3:

- Apresentar medidas que podem ser adotadas para amenizar os impactos causados pelos poluentes nos dias de inversão térmica;
- Realizar fichas de leitura sobre artigos científicos que abordem a importância de utilizar biocombustíveis e algumas aplicações para que o pensamento crítico seja desenvolvido segundo a realidade;
- Compreender a importância de utilizar biocombustíveis ao invés de combustíveis fósseis;
- Pesquisar sobre a produção de catalisador da casca do ovo aplicado a produção de biodiesel;
- Compreender o motivo pelo qual a produção de catalisador da casca do ovo é uma opção de escolha para a produção de biocombustíveis;
- Saber identificar e compreender os fenômenos científicos inerentes a produção de catalisador da casca de ovo aplicado a produção de biodiesel para entender o processo de produção e sua importância;
- Saber o conceito, a função e a funcionalidade de um catalisador no meio ambiente;
- Estimular os alunos a apresentarem ao público as pesquisas, os experimentos, as soluções e as conclusões do projeto para estimular a comunicação com um público maior.

4.3.2. *Público-alvo*

Devido ao pré-requisito do projeto que é ter o Ensino Fundamental Completo, sendo necessário obter noções básicas de ciências da natureza e suas tecnologias, o público-alvo são as escolas que ofertarem o Itinerário Formativo de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias e os alunos do Ensino Médio da Formação Geral Básica. Sendo aplicado a partir do 1º ano do Ensino Médio tanto para itinerário quanto para o ensino básico.

4.3.3. Metodologia

A metodologia aplicada na proposta de projeto para o Ensino Médio, cujo tema central é a Inversão Térmica, é ativa e interdisciplinar, podendo utilizar as seguintes ferramentas respectivas das etapas abaixo:

➤ ETAPA 1:

- **Audiovisual:** as aulas poderão ser complementadas com vídeos, que explicarão os fenômenos dos assuntos tratados, e com imagens autoexplicativas para enriquecer o tema e ter melhor visualização dos fatos.
- **Debates:** os debates serão iniciados após a apresentação do problema abordado no tema inversão térmica e seus respectivos fenômenos, os professores darão autonomia aos alunos para a discussão entre eles a fim de que exponham suas ideias e as conexões observáveis entre as ciências da natureza no fenômeno inversão térmica.
- **Artes plásticas, desenho, colagem, pintura e outros:** os professores podem sugerir utilização eletrônica, montagem de maquetes ou simulações virtuais para trabalharem de forma visível e acessível os pontos de vista, perspectiva e projeção dos alunos.
- **Estudo do meio:** os professores podem simular com água fria e quente em garrafas pets como a massa de ar frio e a massa de ar quente se comportam na atmosfera para facilitar a compreensibilidade dos alunos no conceito de convecção da atmosfera.
- **Dinâmica de grupo:** Os alunos poderão ser organizados em grupos de 8 a 10 alunos com um tutor (professor), um aluno como coordenador e outro como secretário, sendo que o coordenador e o secretário serão revezados para que todos conheçam cada função. O coordenador lidera o grupo, estimula as discussões, mantém a

dinâmica, administra o tempo e assegura o cumprimento das tarefas dadas pelo tutor, o secretário ajuda a ordenar as ideias em relatórios, otimiza as discussões para não haver repetição nem perda de foco (BENITES, 2013). Os demais participantes seguem os passos que serão dados pelo tutor no decorrer do projeto.

➤ ETAPA 2:

- **Estudo do meio:** Os alunos terão experiências por meio da produção do simulador do fenômeno inversão térmica que poderá ser realizado em sala de aula. Observarão o experimento e anotarão as observações feitas por eles e agregarão ao aspecto teórico e a realidade regional ou local.
- **Debates:** Os professores abrirão uma discussão sobre inversão térmica antes da produção do simulador e após essa produção para observar o progresso dos alunos e se eles estão conseguindo visualizar e explicar a conexão existente entre as ciências da natureza ocorrentes no fenômeno.
- **Dinâmica de grupo:** Os alunos produzirão o simulador de inversão térmica e farão suas anotações das observações realizadas durante o experimento em grupos, que podem ser organizados de 8 a 10 alunos com um tutor (professor), um aluno como coordenador e outro como secretário, sendo que o coordenador e o secretário serão revezados para que todos conheçam cada função. O coordenador lidera o grupo, estimula as discussões, mantém a dinâmica, administra o tempo e assegura o cumprimento das tarefas dadas pelo tutor, o secretário ajuda a ordenar as ideias em relatórios, otimiza as discussões para não haver repetição nem perda de foco (BENITES, 2013). Os demais participantes seguem os passos que serão dados pelo tutor no decorrer do projeto.

➤ ETAPA 3:

- **Audiovisual:** as aulas poderão ser complementadas com vídeos, que explicarão a produção do catalisador da casca de ovo aplicado a produção de biodiesel, e com imagens autoexplicativas para enriquecer o

tema e ter melhor visualização da realização da produção.

- **Debates:** Os debates poderão ser realizados para encontrar soluções de tecnologia limpa para amenizar os impactos ambientais e sociais causados pelos gases poluentes retidos na atmosfera em dia de inversão térmica.
- **Dinâmica de grupo:** Os alunos de uma turma apresentarão o seminário sobre o projeto fenômeno inversão térmica sob uma perspectiva interdisciplinar que poderá ser dividido em pequenos grupos para que cada equipe aborde um assunto específico que será tratado no seminário.

4.3.4. Avaliação

- **Avaliação do processo:** Uma vez por semana os professores juntamente com a direção podem se reunir para discutir sobre o desempenho dos alunos e como o método interdisciplinar tem sido aplicado em sala de aula, se caso o resultado for negativo será necessário rever o que poderá ser alterado durante o período. Após cada aplicação de uma avaliação diagnóstica os professores e a direção também podem se reunir para verificar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos através dos resultados e do envolvimento (discussões e debates) deles com o projeto, em seguida os professores estudarão o melhor caminho para fazer as alterações de acordo com as necessidades e o desempenho que a turma ou cada aluno apresentou.
- **Avaliação de Impacto:** Será avaliado no seminário apresentado pela turma em que foi desenvolvido o projeto.

Tabela 1: Formulação de indicadores

Avaliação	Atividades	Indicadores	Meios de verificação
Resultado	Período de compreensão do fenômeno inversão térmica sob uma perspectiva interdisciplinar: aulas teóricas, exibição de vídeos, slides, imagens, avaliações, debates e/ou montagens de maquetes ou simulações virtuais e/ou experimentais.	Frequência das aulas e de atividades implementadas e o nível de participação dos alunos individualmente e coletivamente.	Registro de aulas Relatório de atividades e de participação.
Resultado	Realização da produção do simulador de inversão térmica: estudos do meio, monitoramento durante a montagem do simulador, aulas práticas, análises e produção de relatório sobre a produção do simulador de inversão térmica.	Tipos de atividades realizadas; Temas discutidos; Número de atividades realizadas; Número de participantes; Nível de desempenho dos participantes.	Relatório sobre a produção do simulador; Relatório com a descrição dos conteúdos abordados nas atividades realizadas; diário de aulas realizadas; Lista de presença dos participantes das atividades; Avaliações aplicadas no fim de cada etapa.
Processo	Representatividade	Participação escolar.	Quantidade de parceria estabelecida.

Tabela 1 – continua na página seguinte.

Tabela 1 – continuação da página anterior.

Avaliação	Atividades	Indicadores	Meios de verificação
Resultado	Conhecimento, valores e habilidades despertados nos participantes para melhoria do meio ambiente e da qualidade de vida.	Sensibilização para as questões ambientais e a sociedade.	Evidências através de debates dos participantes e captados por meio das atividades realizadas e de dinâmicas de grupo.
Resultado	Fortalecimento da participação dos alunos.	Mudanças de atitude e novas iniciativas; Envolvimento dos participantes na realização das atividades coletivas.	Participação nas pesquisas e produção do simulador.
Resultado	Inclusão social dos jovens.	Ações promovidas para a melhoria da qualidade de vida local. Capacitação dos alunos.	Participação dos jovens na produção do simulador de inversão térmica; Avaliações de conhecimentos no início e no final do projeto nas escolas.
Resultado	O despertar do sentido de pertencimento.	Aumento da percepção da realidade regional, local e global e valorização do meio.	Evidências nas iniciativas dos participantes captados por meio das atividades realizadas e de dinâmicas de grupo

Tabela 1 – continua na página seguinte.

Tabela 1 – continuação da página anterior.

Avaliação	Atividades	Indicadores	Meios de verificação
Resultado	Desenvolvimento de uma visão interdisciplinar e transversal.	Percepção das conexões existentes entre as ciências da natureza no fenômeno inversão térmica e do mundo comum. Desconstrução da visão multidisciplinar.	Evidências na contextualização da explicação do fenômeno e de sua aplicação identificando os fenômenos científicos inerentes ao processo por meio dos debates e discussões, apresentação de trabalhos e do seminário.

Tabela 2: Identificação dos possíveis parceiros

Um Projeto Interdisciplinar aplicado as Ciências da Natureza por meio do tema Inversão Térmica
Escolas públicas e privadas
Instituições privadas
Secretaria Estadual da Educação
Secretaria Municipal da Educação
Secretaria Municipal do Meio ambiente
Universidades

4.3.5. Possíveis fontes de financiamento

Se necessário que a unidade escolar, que realizar o projeto, seja estadual ou municipal.

4.3.6. *Orçamento do projeto*

O projeto visa ter professores especializados nas áreas de Física, Química e Biologia e, porém o projeto é flexível e poderá inserir a participação de professores de outras áreas para abordar outros aspectos do assunto. No decorrer do projeto será necessário ter acesso a canetas coloridas, quadro branco, dispositivos com conexão à internet, materiais para produzir o simulador de inversão térmica, dispositivos digitais ou aplicativos, se caso usar simulações, notebook, Datashow e EPI's para produzir o simulador de inversão térmica.

4.3.7. *Sustentabilidade do projeto*

- **IMPLANTAÇÃO** do projeto nas unidades escolares de redes privada, estadual, municipal e/ou federal, principalmente com turmas a partir do 1º ano do Ensino Médio que optarem pelo Itinerário Formativo III e alunos da Formação Geral Básica.
- **APOIO** da unidade escolar, que será realizado o projeto, para o projeto final elaborado pelos alunos.
- **CONTINUIDADE** em outras unidades escolares.

4.3.8. *Equipe*

Os profissionais necessários para o desenvolvimento do projeto são os professores da unidade escolar, principalmente os da área de Ciências da Natureza e a Direção.

4.3.9. *Objetivos específicos e metas da Etapa I para aplicação da proposta do ensino médio - Itinerário Formativo III*

➤ ETAPA 1:

- Compreender a origem e a evolução da vida a fim de compreender a importância da atmosfera para a sociedade e o ambiente;
- Compreender os movimentos da Terra, da Lua e do Sol no espaço para entender como ocorre as estações do ano a fim de compreender as influências que as estações do ano têm sobre a atmosfera;
- Saber identificar as substâncias que compõem a atmosfera e sua estrutura, compreender a constituição das substâncias presentes na atmosfera e como ocorre as ligações químicas a fim de conhecer os gases que compõem a atmosfera e sua estrutura e compreender a constituição da matéria dos gases, sua massa e seu comportamento na atmosfera;
- Compreender o ciclo da água na atmosfera a fim de conhecer os estados físicos da água na atmosfera e para entender o comportamento da atmosfera nas diferentes estações do ano;
- Compreender sobre ótica geométrica; conhecer as propriedades do ar: pressão atmosférica, densidade, matéria, massa e resistência; compreender a hidrostática para entender o comportamento da pressão atmosférica; compreender a dinâmica dos fluidos para entender o movimento dos gases; compreender sobre Termodinâmica e suas leis; compreender a constituição da matéria dos gases, sua massa e seu comportamento na atmosfera; compreender a velocidade de difusão dos gases a fim de entender o comportamento da atmosfera durante a convecção dos ventos e saber associar aos fenômenos científicos inerentes ao processo;
- Compreender a definição de inversão térmica, saber apresentá-la e explicá-la segundo os conhecimentos científicos, sociais e ambientais.
- Saber identificar e compreender os fenômenos científicos inerentes ao fenômeno natural que ocorre na atmosfera e saber explicar segundo o

conhecimento científico adquirido como acontece o bloqueio da convecção do ar;

- Saber identificar e compreender as causas naturais e ações humanas que intensificam o processo natural de inversão térmica e conhecer os gases nocivos emitidos para a atmosfera;
- Saber identificar e compreender as consequências causadas pelas ações humanas no ambiente e na saúde a fim de compreender as doenças causadas pelos gases poluentes retidos na atmosfera em dias de inversão térmica;
- Obter conhecimento sobre ecologia, discutir soluções para combater as ações humanas que intensificam a inversão térmica, pesquisar soluções para amenizar impactos ambientais e sociais causados pela inversão térmica e discutir sobre implementação de energia limpa.

➤ ETAPA 2:

- Compreender o fenômeno natural inversão térmica e seus aspectos, compreender sobre solução, reação e cinética química e ótica geométrica para realizar o experimento e saber explicar os fenômenos ocorridos;
- Ter acesso e compreender o manual de segurança em laboratório de química para saber manusear corretamente as substâncias;
- Produzir um simulador de inversão térmica de forma coletivamente para que os alunos aprendam a desenvolver atividades coletivas;
- Observar e anotar durante o experimento os fenômenos científicos inerentes ao processo, discutir entre as equipes os fenômenos identificados e observados, comparar as anotações feitas durante o experimento com o aspecto teórico estudado e agregar o aspecto teórico ao prático comparando a realidade regional ou local.
- Elaborar propostas com vistas a melhorias sociais e ambientais e apresentá-las ao público.

➤ ETAPA 3:

- Pesquisar sobre medidas que podem ser adotadas para amenizar os impactos da inversão térmica e apresentá-las em sala de aula.;
- Realizar fichas de leitura sobre artigos científicos que abordam a importância de utilizar biocombustíveis e suas aplicações para que o pensamento crítico seja desenvolvido segundo a realidade e dessa maneira, compreender a importância de utilizar biocombustíveis ao invés de combustíveis fósseis e entender a diferença entre catalisadores gerados por combustíveis fósseis e biocombustíveis;
- Pesquisar sobre a produção de catalisador da casca do ovo aplicado a produção de biodiesel;
- Saber identificar e compreender os fenômenos científicos inerentes à produção de catalisadores da casca de ovo aplicado a produção de biodiesel e compreender o motivo pelo qual essa produção é uma opção de escolha para essa produção;
- Saber o conceito de catalisador, sua função compreender a importância e a funcionalidade de um catalisador para diminuir impactos ambientais;
- Estimular os alunos a organizarem e apresentarem ao público as pesquisas, os experimentos, as soluções e as conclusões do projeto a fim de se comunicarem com um público maior;

4.3.10. Cronograma de Atividades para o Itinerário III

➤ Atividades do semestre/1º e 2º mês:

- Apresentar para os alunos a ideia do projeto como um problema;
- Aplicar um questionário a fim de avaliar o pré-conhecimento da turma;
- Estimular os alunos a pesquisar sobre a importância, a estrutura, a composição da atmosfera e seu comportamento a fim de que o aluno compreenda de maneira contextualizada o tema inversão térmica;
- Complementar as pesquisas realizadas pelos alunos com as aulas que abordam os temas associados a inversão térmica;

- Explicar sobre o conceito de inversão térmica sob uma perspectiva interdisciplinar utilizando recursos viáveis;
- Aplicar um experimento para explicar a convecção em dias normais e em seu comportamento em dias de inversão térmica;
- Explicar os fenômenos científicos inerentes ao processo que ocorrem na atmosfera a fim de associar ao processo de inversão térmica;
- Estimular aos debates, discussões e levantamentos de questões no decorrer das aulas sobre o tema;
- Identificar as causas e consequências e discutir sobre soluções segundo as políticas ambientais e sociais que estão entorno do problema.

➤ Atividades do semestre/3º mês:

- Identificar e compreender as causas e consequências sobre inversão térmica;
- Estimular aos debates, discussões e levantamentos de questões em grupo no decorrer das aulas sobre o tema;
- Aplicar um questionário pré-experimento a fim de avaliar o conhecimento teórico da turma antes da aula prática;
- Apresentar o experimento da produção de um simulador de inversão térmica;

➤ Atividades do semestre/4º mês:

- Aprender sobre noções básicas de segurança para manusear substâncias químicas;
- Produzir com a turma o simulador de inversão térmica;
- Observar, anotar, discutir em grupo sobre o experimento realizado;
- Elaborar soluções para amenizar os impactos ambientais;
- Aplicar um questionário pós-experimento a fim de avaliar o conhecimento construído durante a aula prática;
- Comparar os questionários realizados no primeiro mês e no terceiro mês

a fim de analisar o progresso da turma;

- Realizar um relatório sobre o experimento.

➤ Atividades do semestre/5º e 6º mês:

- Realizar as fichas de leitura sobre artigos científicos que abordam a importância de utilizar biocombustíveis e suas aplicações;
- Preparar os alunos para uma nova discussão em grupo sobre o assunto;
- Direcionar os alunos para uma pesquisa especializada – catalisador da casca de ovo;
- Organizar e apresentar ao público um seminário compondo as pesquisas, experimentos e conclusões realizados durante o semestre.

Tabela 3: Organização das disciplinas referentes aos professores responsáveis pelo projeto no Itinerário Formativo III

Professores responsáveis	Matérias referidas a cada professor
Ciências da Natureza - ramo da Física	Dinâmica dos fluidos; hidrostática; termodinâmica e suas leis; noções básicas de ótica geométrica; Fases da água e da matéria; Movimento da Terra, da Lua e do Sol no espaço.
Ciências da Natureza - ramo da Química	Composição e estrutura da camada atmosférica; matéria e massa; ciclo da água na atmosfera; estudo dos Gases; Velocidade da difusão dos gases; teoria da cinética dos gases; Densidade; Reações químicas; Cinética química; Soluções químicas;
Ciências da Natureza – ramo da Biologia	Poluição; origem e a evolução da vida; doenças respiratórias e alérgicas; Ecologia e Microbiologia.

4.3.11. Adaptação dos objetivos específicos e metas para a aplicação da proposta do ensino médio - Formação Geral Básica

Na Formação Geral Básica é necessário cumprir as exigências do Currículo Mínimo do Estado, nesse caso, do estado do Rio de Janeiro, onde essa proposta de projeto interdisciplinar para o ensino médio com o tema inversão térmica está sendo oferecida. Portanto, caso queira aplicar em outro estado do país deve ser seguido o currículo mínimo correspondente.

➤ 1º ano do Ensino Médio:

Nesse período, a proposta de projeto interdisciplinar para o Ensino Médio proporcionará até os 5 primeiros objetivos específicos e metas da Etapa 1. No decorrer desse período os alunos poderão atingir algumas metas do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro para Química (CURRÍCULO MÍNIMO - QUÍMICA, 2012), Física (CURRÍCULO MÍNIMO - FÍSICA, 2012) e Biologia (CURRÍCULO MÍNIMO - BIOLOGIA, 2012) abaixo:

- Relacionar os processos referentes à origem da vida a conceitos da Biologia e de outras ciências, como a Química e a Física;
- Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia/noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses, marés etc.);
- Estabelecer a diferença entre transformação química e transformação física, evidenciando a reversibilidade ou irreversibilidade desses fenômenos;
- Identificar as características dos materiais nos diferentes estados físicos;
- Compreender, representar e interpretar graficamente os processos de mudança de estado físico (temperatura X tempo) da água e outras substâncias;
- Interpretar graficamente a mudança de estado físico de uma substância pura e de misturas;
- Identificar pressão e temperatura como fatores importantes durante a mudança de estado físico de uma substância;

- Identificar ponto de fusão, ponto de ebulição e densidade como propriedades dos materiais;
- Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos naturais ou sistemas tecnológicos;
- Compreender a diferença entre temperatura e calor a partir do modelo atomista da matéria;
- Relacionar o modelo atomista da matéria com os conceitos de calor, temperatura e energia interna;
- Compreender os conceitos de trabalho e potência a partir de uma máquina térmica;
- Compreender a relação entre variação de energia térmica e temperatura para avaliar mudanças na temperatura e/ou mudanças de estado da matéria, em fenômenos naturais ou processos tecnológicos;
- Reconhecer que trabalho e calor são diferentes formas de transferência de energia;
- Reconhecer os processos de transmissão de calor e sua importância para compreender fenômenos ambientais;
- Identificar o calor como forma de dissipação de energia e a irreversibilidade de certas transformações para avaliar o significado da eficiência em máquinas térmicas;
- Compreender a degradação da energia evidenciada em todos os processos de troca energética. Identificar regularidades, invariantes e transformações;
- Compreender a conservação de energia nos processos termodinâmicos;
- Conhecer as principais teorias que procuravam explicar a constituição da matéria ao longo da história;
- Estabelecer diferença entre substância simples e substância composta;
- Diferenciar elemento químico de átomo, reconhecendo a existência de isótopos;
- Caracterizar metais e não metais, suas principais aplicações, evidenciando as particularidades dos gases nobres e do hidrogênio;
- Representar as principais substâncias formadas pelas ligações iônicas

(isto é: alcalinos e alcalinos terrosos com calcogênios e halogênios) e covalentes (isto é: H_2 , O_2 , N_2 , Cl_2 , NH_3 , H_2O , HCl , CH_4).

- Associar a existência de diferentes tipos de ligações químicas às propriedades de materiais do cotidiano;
- Perceber que as transformações químicas das substâncias são causadas pelo favorecimento de novas interações entre as partículas constituintes dessas substâncias, nas mais diversas situações;
- Representar as ligações covalentes, ressaltando a característica do carbono na formação de cadeias em moléculas orgânicas;
- Compreender o comportamento das substâncias - ácidos, bases, sais e óxidos.

➤ 2º ano do Ensino Médio:

Nesse período, a proposta de projeto interdisciplinar para o Ensino Médio proporcionará o restante dos objetivos específicos e metas da Etapa 1, o 2º e o último objetivo e meta da Etapa 2, podendo atingir alguns objetivos e metas relacionados ao Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro, abaixo:

- Reconhecer que a quantidade de matéria nos gases pode ser estimada pela aplicação da lei dos gases ideais;
- Conceituar e identificar a presença de suspensões, coloides e soluções no cotidiano;
- Diferenciar combustão completa e incompleta;
- Observar e identificar transformações químicas que ocorrem em diferentes escalas de tempo, reconhecendo as variáveis que podem modificar a velocidade (isto é, concentração de reagentes, temperatura, pressão, estado de agregação e catalisador).
- Compreender o funcionamento de usinas termelétricas e hidrelétricas, destacando suas capacidades de geração de energia, os processos de produção e seus impactos locais, tanto sociais como ambientais;
- Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência, tecnologia e sociedade;

- Avaliar as vantagens e desvantagens dos usos das energias hidrelétricas e termelétricas, dimensionando a eficiência dos processos e custos de operação envolvidos;
- Compreender que a construção de uma usina envolve conhecimentos sobre recursos naturais, opções de geração e transformação de energia, além dos impactos sociais causados pela sua instalação em uma região;
- Compreender a Química como uma ciência baseada nos eixos teórico, representacional e fenomenológico;
- Conceituar e identificar a presença de suspensões, coloides e soluções no cotidiano;
- Compreender as leis da Termodinâmica;
- Compreender sobre usinas termelétricas e hidrelétricas – Energia térmica e mecânica – Conservação e transformação de energia;
- Reconhecer, através de análise de dados, as principais doenças que atingem a população brasileira, correlacionando-as ao ambiente e à qualidade de vida e indicando suas medidas profiláticas;
- Compreender a Química como uma ciência construída pelo ser humano e sua importância para a tecnologia e a sociedade;
- Reconhecer o papel do uso da Química como atividade humana na criação/solução de problemas de ordem social e ambiental, sempre que possível contextualizando com as questões nacionais;
- Observações, debates, discussões e questionamentos em sala de aula sobre os fenômenos observados na experimentação;
- Elaborar propostas com vistas à melhoria das condições sociais, diferenciando as de responsabilidade individual das de cunho coletivo, destacando a importância do desenvolvimento de hábitos saudáveis e de segurança, numa perspectiva biológica e social.

➤ 3º ano do Ensino Médio:

Nesse período, a proposta de projeto interdisciplinar para o Ensino Médio proporcionará todos os objetivos específicos e metas da Etapa 2, exceto o 2º e o último, e todos os objetivos específicos e metas da Etapa 3, podendo atingir algumas metas do Currículo Mínimo do Estado do Rio de Janeiro, abaixo:

- Conhecer e obter visão geral da Tabela Periódica;
- Compreender as ligações químicas e Inter atômicas e interações intermoleculares;
- Compreender o comportamento químico das substâncias - Ácidos, bases, sais e óxidos;
- Fazer o balanceamento de equações simples;
- Compreender a Termoquímica e a espontaneidade de reações químicas;
- Reconhecer a coexistência de reagentes e produtos (equilíbrio dinâmico) em reações químicas;
- Compreender os fenômenos relacionados à luz como fenômenos ondulatórios;
- Compreender as propriedades das ondas e como elas explicam fenômenos presentes em nosso cotidiano;
- Elaborar propostas com vistas à melhoria das condições sociais, diferenciando as de responsabilidade individual das de cunho coletivo, destacando a importância do desenvolvimento de hábitos saudáveis e de segurança, numa perspectiva biológica e social;
- Analisar perturbações ambientais, identificando agentes causadores e seus efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais;
- Avaliar métodos, processos ou procedimentos utilizados no diagnóstico e/ou solução de problemas de ordem ambiental decorrentes de atividades sociais e econômicas;
- Identificar critérios utilizados como indicadores sociais e de desenvolvimento humano e analisar de forma crítica as consequências do avanço tecnológico sobre o ambiente;
- Compreender os principais processos utilizados para a separação de

misturas, isto é: filtração, decantação, destilação;

- Compreender Cinética Química.

4.3.12. Adaptação do cronograma de atividades para a Formação Geral Básica

➤ Atividades do 1º ano do Ensino Médio/durante o ano letivo:

- Apresentar para os alunos a ideia do projeto como um problema;
- Aplicar um questionário a fim de avaliar o pré-conhecimento da turma;
- Explicar a importância, a estrutura, a composição da atmosfera e seu comportamento a fim de que o aluno compreenda de maneira contextualizada o tema inversão térmica;
- Entender as ligações entre as substâncias a fim de compreender como as substâncias se comportam na atmosfera;
- Obter uma visão geral da tabela periódica para conhecer as substâncias;
- Realizar atividades e trabalhos a fim de fixar os temas trabalhados no decorrer desse ano.

➤ Atividades do 2º ano do Ensino Médio/1º e 2º bimestre:

- Explicar sobre o conceito de inversão térmica sob uma perspectiva interdisciplinar utilizando recursos viáveis;
- Aplicar um experimento para explicar a convecção em dias normais e seu comportamento em dias de inversão térmica;
- Explicar os fenômenos científicos inerentes ao processo que ocorrem na atmosfera a fim de associar ao processo de inversão térmica;
- Estimular aos debates, discussões e levantamento de questões em grupo no decorrer das aulas sobre o tema;
- Complementar as pesquisas realizadas pelos alunos com as aulas que abordam os temas associados a inversão térmica;

➤ Atividades do 2º ano do Ensino Médio/3º e 4º bimestre:

- Identificar e compreender as causas e consequências sobre inversão térmica;
- Aplicar um questionários pré-experimento a fim de avaliar o conhecimento teórico da turma antes da aula prática;
- Discutir soluções e elaborar propostas em grupo com vistas à melhoria social e ambiental.

✓ OBS: A apresentação sobre o conceito da circulação atmosférica e da inversão térmica será feita pelo professor de Geografia, que introduzirá o assunto circulação atmosférica para que o aluno conheça e aprenda sobre as dinâmicas naturais e suas interações, a fim de compreender como ocorre a convecção atmosférica e o comportamento dos raios solares ao atingirem a atmosfera, e compreender a inversão térmica. Esse conteúdo por já ter sido visto no 6º ano do Ensino Fundamental, segundo o currículo mínimo do Estado do Rio de Janeiro, será revisado no 2º ano do Ensino Médio.

➤ Atividades do 3º ano do Ensino Médio/1º e 2º bimestre:

- Apresentar a produção de um simulador de inversão térmica;
- Aprender sobre noções básicas de segurança para manusear substâncias químicas;
- Produzir com a turma o simulador de inversão térmica;
- Observar, anotar, discutir sobre o experimento realizado em grupo;
- Elaborar soluções em grupo para amenizar os impactos ambientais;
- Aplicar um questionário pós-experimento a fim de avaliar o conhecimento construído durante a aula prática;
- Comparar os questionários realizados no primeiro ano do Ensino Médio e no terceiro ano do Ensino Médio a fim de analisar o progresso da turma;

➤ Atividades do 3º ano do Ensino Médio/3º e 4º bimestre:

- Pesquisar e apresentar medidas que podem ser adotadas para amenizar os impactos da inversão térmica;
- Realizar fichas de leitura sobre artigos científicos que abordam a importância de utilizar biocombustíveis e suas aplicações;
- Preparar os alunos para uma nova discussão em grupo sobre o assunto;
- Realizar uma pesquisa especializada – catalisador da casca de ovo;
- Organizar um seminário e apresentar ao público contendo as pesquisas, experimentos e conclusões.

Tabela 4: Organização das disciplinas referentes aos professores responsáveis pelo projeto para Formação Geral Básica

Professores responsáveis	Matérias referidas a cada professor
Ciências Humanas – ramo Geografia	Circulação da atmosfera e inversão térmica.
Ciências da Natureza - ramo da Física	Fases da água e da matéria; Relação entre pressão do ar, temperatura e altitude na atmosfera; máquinas térmicas; termodinâmica; Movimento da Terra, da Lua e do Sol no espaço; Usinas termelétricas e hidrelétricas.
Ciências da Natureza - ramo da Química	Química, tecnologia, sociedade e ambiente; constituição da matéria; visão geral da tabela periódica; ligação química e Inter atômicas; interações intermoleculares; comportamento químico das substâncias - ácidos, bases, sais e óxidos; representação e quantificação da matéria; misturas multicomponentes; termoquímica e espontaneidade de reações químicas; cinética.
Ciências da Natureza – ramo da Biologia	Origem e evolução da vida; Doenças e promoção da saúde; Ecologia; Humanidade e ambiente.

5. Considerações Finais

O projeto fenômeno inversão térmica sob uma perspectiva interdisciplinar visa integrar os conteúdos para se ter uma concepção unitária do conhecimento a partir do apoio das ciências construindo um conhecimento contextualizado, condizente com a realidade dos alunos a fim de desenvolver as competências necessárias para implementar as ações requeridas pelo projeto e despertar o prazer dos alunos pela construção do conhecimento, e conseqüentemente a visão do ensino tradicional e descontextualizado ser desconstruído. Para que o projeto seja bem-sucedido é necessário que o professor se debruce sobre o estudo de sua respectiva disciplina ou área e estimule um trabalho dinâmico e dialógico na turma.

Durante o desenvolvimento do projeto o maior desafio foi elaborar o método interdisciplinar para dentro das escolas, que ainda valorizam e adotam métodos de ensino ultrapassados, que pouco condizem com a realidade dos alunos da contemporaneidade. Essa implementação foi um desafio principalmente para o ensino regular do Ensino Médio, em que se deve seguir o Currículo Mínimo referente ao estado, que é tradicional. Diante desse fato, o desenvolvimento desse projeto na Formação Geral Básica tem uma grande possibilidade de se tornar multidisciplinar, pelo fato de os professores apenas apresentarem um tema em comum as disciplinas de Física, Química e Biologia e desenvolverem segundo as respectivas especificações sem realizar a interconexão entre elas, trazendo uma percepção fragmentada do conhecimento.

A implementação do projeto interdisciplinar no Itinerário Formativo das Ciências da Natureza e suas tecnologias se torna mais viável pelo fato de apenas serem exigidas o seguimento da BNCC que “a educação tem um compromisso com a formação e o desenvolvimento humano global, em suas dimensões intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica” (BRASIL,2017). Demonstrando que a finalidade do ensino recebeu novas perspectivas, que é formar o indivíduo não só para o ensino superior, mas também para viver em sociedade, portanto, a interdisciplinaridade é o método de ensino mais viável para se atingir esse objetivo nas escolas. Dessa maneira esse projeto se desenvolve mais propenso a atingir a construção do

conhecimento integral nos alunos.

Diante desses desafios apresentados e da urgência da implementação da interdisciplinaridade que a BNCC exige esse projeto visa apresentar uma proposta inicial de implementação interdisciplinar para introduzir a construção interdisciplinar dentro das escolas e nos professores a fim de buscar uma ação verdadeira e praticá-la.

6. Referências

AUGUSTO, T. G. D. S. et al. **Interdisciplinaridade:** Concepções de Professores da Área de Ciências da Natureza em Formação e em Serviço. 2. ed. Bauru: Ciência e Educação, v. 10, 2004.

AZEVEDO, A. M. Educa+Brasil. **Inversão Térmica**, 2019. Disponível em: <<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/fisica/inversao-termica>>. Acesso em: 2021.

BASE Nacional Curricular Comum - Currículos: BNCC e Itinerários, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#introducao#os-marcos-legais-que-embasam-a-bncc>>. Acesso em: 2021.

BASE Nacional Curricular Comum - Os marcos legais da BNCC. **Os Marcos Legais que Embasam a BNCC**, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#introducao#os-marcos-legais-que-embasam-a-bncc>>. Acesso em: 2021.

BENITES, G. Aprendizagem Baseada em Problema - ABP Definições e Conceitos. **YouTube**, 2013. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qk6vS8UDT0c>>. Acesso em: 2021.

BENITES, G. Aprendizagem Baseada em Problemas - ABP - 7 Passos. **YouTube**, 2013. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5cMrFRpXfnc>>. Acesso em: 2021.

BNCC. Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio: Competências Específicas e Habilidades, 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias-no-ensino-medio-competencias-especificas-e-habilidades>>. Acesso em: 2022.

BRASIL, AGÊNCIA. Total médio de anos de estudo cresce no Brasil, diz pesquisa do IBGE. **O ESTADO**, 2019. Disponível em: <<https://imirante.com/brasil/noticias/2019/06/19/total-medio-de-anos-de-estudo-cresce-no-brasil-diz-pesquisa-do-ibge.shtml>>. Acesso em: 2021.

COMITÊ GESTOR DA BASE NACIONAL CURRICULAR COMUM E REFORMA

DO ENSINO MÉDIO. Base Nacional Curricular Comum - BNCC. **A BNCC do Ensino médio**. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio#a-bncc-do-ensino-medio>>. Acesso em: 2021.

CUNHA, F. Portal Internet Educa. **A importância do mapa mental para estudos e processos pedagógicos - e como criar um!**, 2019. Disponível em: <<https://portalinterneteduca.com/a-importancia-do-mapa-mental-para-estudos-e-processos-pedagogicos-e-como-criar-um/>>. Acesso em: 2021.

CURRÍCULO MÍNIMO - BIOLOGIA. **Ciências e Biologia**, Rio de Janeiro, 2012. 10-13.

CURRÍCULO MÍNIMO - FÍSICA. **Física**, Rio de Janeiro, 2012. 5-10.

CURRÍCULO MÍNIMO - QUÍMICA. **Química**, Rio de Janeiro, 2012. 5-10.

ESKADA. Metodologias Ativas: origem e conceito. In: UEMA, C. A. D. **Livro 1: Metodologia Ativa**. Maranhão: [s.n.], 2021. Cap. 2, p. 4-6.

FAMILY CENTER. As fases da infância: quais são e porque você deve conhecer? **Family Center**, 2020. Disponível em: <<https://familycenter.com.br/as-fases-da-infancia-quais-sao-e-porque-voce-deve-conhecer/>>. Acesso em: 2021.

FILHO, M. C. B.; FERREIRA, W. S. Aprendizagem Baseada em Projetos. In: FERREIRA, M. C. B. F. E. W. S. **Gamificação Aplicado ao Ensino de Física**. São Luís: Núcleo de Tecnologias para Educação, 2021. Cap. 2, p. 22.

HENRIQUE, K. AP. **Qual a importância dos mapas mentais?**, 2021. Disponível em: <<https://aprenderpalavras.com/qual-importancia-dos-mapas-mentais/>>. Acesso em: 2021.

INSTITUTO PROJETER EDUCAÇÃO. YouTube. **Interdisciplinaridade I**, 2010. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jo24zwWH8CQ>>. Acesso em: 2021.

JOVENS GÊNIOS. Avaliação diagnóstica: o que é, como fazer e quando aplicar, 2021. Disponível em: <<https://blog.jovensgenios.com/avaliacao-diagnostica/>>. Acesso em: 2022.

LOUREIRO, R.; LIMA., L. D. Slideshare a Scribd company. **Tema: Interdisciplinaridade - Atividade Prática**, 2015. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/tecnodocencia_ufc/mdulo-2-tema-interdisciplinaridade-atividade-prtica>. Acesso em: 2021.

MARIA VERDE. A Importância dos Produtos Biodegradáveis, 2018. Disponível em: <<https://mariaverde.com.br/blog/a-importancia-dos-produtos-biodegradaveis/>>. Acesso em: 2022.

MASSUCATO, M.; MAYRINK, E. D. A importância da avaliação diagnóstica inicial, 2015. Disponível em: <<https://gestaoescolar.org.br/conteudo/1486/a-importancia-da-avaliacao-diagnostica-inicial#:~:text=A%20import%C3%A2ncia%20da%20avalia%C3%A7%C3%A3o%20diagn%C3%B3stica%20inicial.%20A%20avalia%C3%A7%C3%A3o,letivo%20%C3%A9%20essencial%20para%20iniciar%20o%20pl>>. Acesso em: 2022.

MENDES, K. G. Geosociobiodiversidade. **Pibid de Geografia da Universidade Federal de Viçosa - Minas Gerais**, 2015. Disponível em: <<https://pibidgeografiaufv.blogspot.com/2015/04/inversao-termica.html>>. Acesso em: 2021.

MENEZES, E. T. D. Dicionário Interativo da Educação Brasileira. **Avaliação diagnóstica**, São Paulo, 2001. Disponível em: <<https://www.educabrasil.com.br/avaliacao-diagnostica/>>. Acesso em: 21 Janeiro 2022.

MENEZES, E. T. D.; SANTOS, T. H. D. Pluridisciplinaridade. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil**, 2001. Disponível em: <<https://www.educabrasil.com.br/pluridisciplinaridade/>>. Acesso em: 2021.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. **Uma Revisão Bibliográfica sobre a Interdisciplinaridade no Ensino das Ciências da Natureza**. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, p. 186-187. 2014. (2).

NASCIMENTO, V. F. D. Slideshare a Scribd company. **A interdisciplinaridade na prática pedagógica do educador: Um elemento possibilitador de formação cidadã e inclusão social.**, 2012. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/Gerdian/interdisciplinaridade-14251264>>. Acesso em: 2021.

PASA, V.; REIS, G. P. D. Estado de Minas Tecnologia. **UFMG desenvolve catalisador feito de casca de ovo para produção de biocombustível**, 2013. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2013/09/09/interna_tecnologia,446790/ufmg-desenvolve-catalisador-feito-de-casca-de-ovo-para-producao-de-biocombustivel.shtml>. Acesso em: 2021.

PLANETA BIOLOGIA. Redação Planeta Biologia. **O que é inversão térmica - causas e consequências - resumo**, 2021. Disponível em: <<https://planetabiologia.com/o-que-e-inversao-termica-causas-consequencias-resumo/>>. Acesso em: 2021.

PROENÇA, B. D. S. G. et al. **Síntese de Catalisador à base de casca de ovo aplicado à Produção de Biodiesel**. Universidade Estadual de Maringá e Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Maringá e Campo Mourão. 2019.

RIBEIRO, A. **Mundo Educação: Como diminuir a poluição do ar?**, 2021. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/como-diminuir-poluicao-ar.htm#:~:text=Incentivar%20o%20uso%20de%20instrumentos%20que%20minimizem%20as,ar%20%C3%A9%20resultado%20de%20a%C3%A7%C3%B5es%20individuais%20e%20>>. Acesso em: 2021.

RIBEIRO, M. GEPPFOR- YouTube. **A BNCC e a reforma do Ensino Médio**, 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gE54jI8Yk_8>. Acesso em: 2021.

SARAIVA EDUCAÇÃO. **Gestão em Estratégia**. São Paulo: Saraiva Educação, 2021.

SAS PLATAFORMA DE EDUCAÇÃO. Qual a importância da avaliação diagnóstica no ensino? **Práticas Pedagógicas**, 2021. Disponível em: <<https://blog.saseducacao.com.br/avaliacao-diagnostica/>>. Acesso em: 2022.

SILVA et al. **Aulas Práticas como Estratégia para o conhecimento em Botânica no Ensino Fundamental**. Universidade Federal do Piauí. Ministro Reis Velloso, p. 70. 2015.

SILVA, C. R. F. D.; FERTONANI, I. A. P. **Práticas Educativas de Química Ambiental para o Ensino Médio: Inversão Térmica e Chuva Ácida**. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. São José do Rio Preto, p. 5-6. 2006.

SLIDESHARE A SCRIBD COMPANY. Slideshare a Scribd company - Educação. **Interdisciplinaridade**, 2015. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/crisdelshine/o-que-so-as-disciplinas-escolares>>. Acesso em: 2021.

SOUZA, R. S. D.; COSTA, L. E. D. L. **O uso da experimentação como ferramenta de ensino aprendizado de Física do Ensino Médio**. Instituto Federal do Piauí. Angical, p. 2 e 6. 2021.

SOUZA, S. M. V. C.; SANTO, E. D. E. **Reflexão da Didática como mediadora entre a teoria e prática pedagógica**. 1. ed. Brasília: Universitas Humanas, v. 10, 2013. 67-73 p.

UNOPAR CAMPINA GRANDE. Multi language Documents - Educação. **Interdisciplinaridade na prática pedagógica do educador:** um elemento possibilitador de formação cidadã e inclusão social., 2015. Disponível em: <<https://vdocuments.site/interdisciplinaridade-558b18e185080.html>>. Acesso em: 2021.

7. Apêndices

7.1. Apêndice A – Avaliação diagnóstica de conhecimento gerais

MODELO DE AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PARA TESTAR OS CONHECIMENTOS GERAIS SOBRE INVERSÃO TÉRMICA E SEUS TEMAS ENVOLVIDOS ANTES DE SE INICIAR O PROJETO

Objetivo da Avaliação diagnóstica: obter informações sobre os conhecimentos, aptidões e competências dos estudantes com vista à organização do processo de ensino e aprendizagem de acordo com as situações que forem identificadas (JOVENS GÊNIOS, 2021).

Título do Projeto de Pesquisa: A interdisciplinaridade aplicada as Ciências da Natureza

Instituição: CEFET/RJ – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

Unidade Universitária: Nova Friburgo/RJ

Curso: Licenciatura em Física

Orientador: Anderson Fernandes Souza

Coorientador: Washington Luiz Raposo da Silva

Aluna: Thayná Fernandes de Souza Alves

Agradecemos sua participação em responder o questionário abaixo:

Caracterização do aluno		
Nome:		
Sexo: Feminino ()	Masculino ()	Ocupação/Profissão:
Idade:		Estado Civil:
Filhos:		Religião:
Escolaridade: Ensino Médio		

Marque com um X a alternativa abaixo que mais expressa sua resposta:

1. Você conhece os movimentos da Terra e suas consequências?

- () Não conheço os movimentos que a Terra realiza e nem suas consequências.
- () Conheço os movimentos que a Terra realiza, mas não conheço suas consequências.
- () Conheço os movimentos que a Terra realiza e as consequências causadas na natureza.

Apenas responda as questões abaixo se caso sua resposta anterior for afirmativa.

a. O nosso planeta, a Terra, possui dois principais movimentos. Quais são?

- () Rotação e Revolução
- () Rotação e Translação
- () Revolução e Translação

b. Quais consequências os movimentos do planeta Terra causam?

- () No movimento de Translação, que a Terra gira ao redor do Sol, tem a duração de 24 horas, causando sucessões de dias e noites. Já o movimento de Rotação, que a Terra gira em torno de si mesma, tem a duração de 365 dias, dando origem as estações do ano.
- () No movimento de Revolução, que a Terra gira ao redor do Sol, tem a duração de 24 horas, causando sucessões de dias e noites. Já o movimento de Rotação, que a Terra gira, tem a duração de 365 dias, dando origem as estações do ano.
- () No movimento de Translação, que a Terra gira ao redor do Sol, tem a duração de aproximadamente 365 dias, dando origem as estações do ano. Já o movimento de Rotação, que a Terra gira em torno de si mesma, tem a duração de 24 horas, causando a sucessão de dias e noites.

Marque com um X a alternativa abaixo que mais expressa sua resposta:

2. Você sabe quais são as estações do ano e conhece como cada estação influencia no comportamento da atmosfera?

() Não conheço as estações do ano e nem sua influência sobre o comportamento da atmosfera.

() Conheço as estações do ano, mas não conheço as influências causadas por elas na atmosfera.

() Conheço as estações do ano e sua influência sobre o comportamento da atmosfera.

Marque com um X a alternativa abaixo que mais expressa sua resposta:

3. Na atmosfera acontece um movimento denominado convecção, você já ouviu falar sobre esse movimento e/ou o conhece?

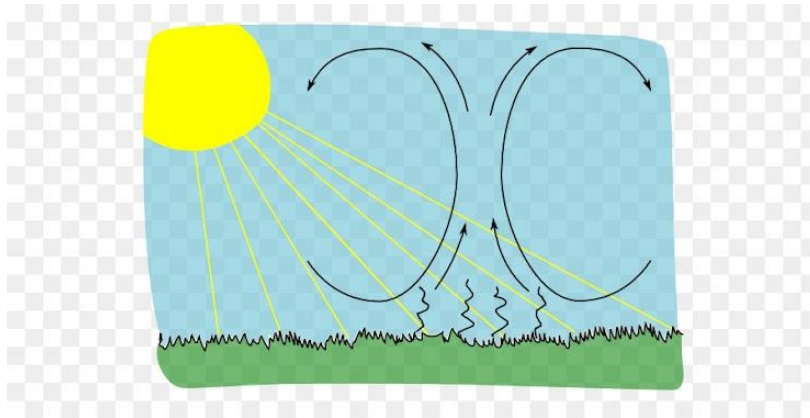
() Nunca ouvi falar sobre esse movimento.

() Já ouvi falar, mas não conheço.

() Sei do que se trata e o conheço.

Apenas responda à questão abaixo se caso sua resposta anterior for afirmativa.

- a. Descreva, com suas palavras, como ocorre a convecção atmosférica.



b. Quais são as consequências que o fenômeno inversão térmica causa na natureza, e qual fator intensifica esse processo?

() A inversão térmica causa estagnação no ar atmosférico, sendo a ação humana o fator que intensifica esse processo, pois com a poluição sendo emitida no ar, nesses dias, provoca também a estagnação da poluição no ar causando problemas respiratórios na população.

() A inversão térmica contribui para o aumento do buraco na camada de ozônio, pois o homem polui o ar e este estagna próximo a essa camada provocando o derretimento das geleiras e o aumento do nível do mar.

() A inversão térmica não é um fenômeno natural, e sim um fenômeno provocado pela ação humana que consequentemente causa alta poluição atmosférica que contribui para uma população com problemas respiratórios.

7.2. Apêndice B – Avaliação diagnóstica Pré-Experimental

MODELO DE AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PRÉ-EXPERIMENTAL PARA AVALIAR OS CONHECIMENTOS ABORDADOS ANTES DA REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Objetivo da Avaliação diagnóstica: obter informações sobre os conhecimentos, aptidões e competências dos estudantes com vista à organização do processo de ensino e aprendizagem de acordo com as situações que forem identificadas (JOVENS GÊNIOS, 2021).

Título do Projeto de Pesquisa: A interdisciplinaridade aplicada as Ciências da Natureza

Instituição: CEFET/RJ – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

Unidade Universitária: Nova Friburgo/RJ

Curso: Licenciatura em Física

Orientador: Anderson Fernandes Souza

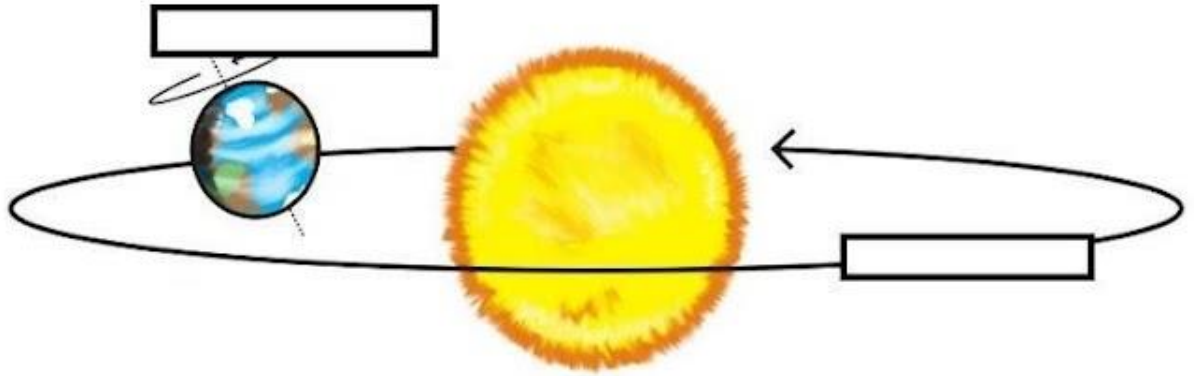
Coorientador: Washington Luiz Raposo da Silva

Aluna: Thayná Fernandes de Souza Alves

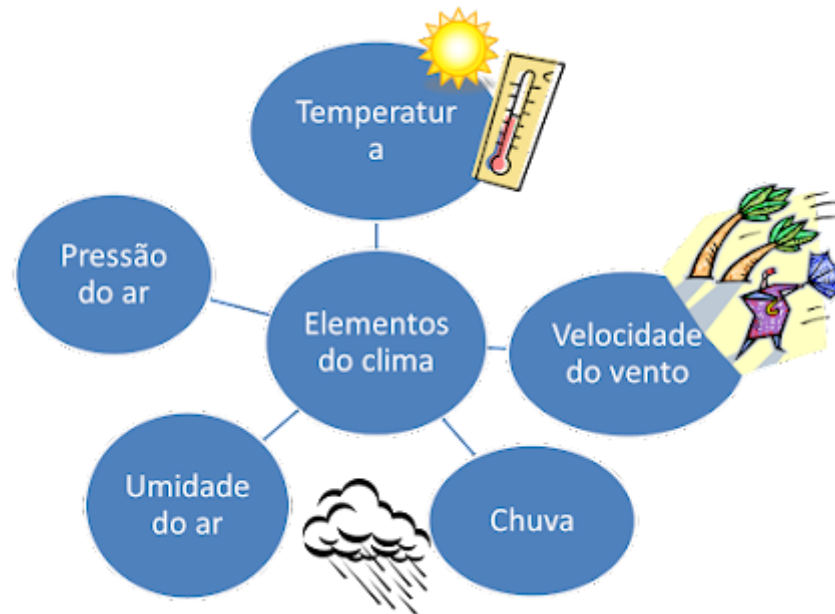
Agradecemos sua participação em responder o questionário abaixo:

Caracterização do aluno		
Nome:		
Sexo: Feminino ()	Masculino ()	Ocupação/Profissão:
Idade:		Estado Civil:
Filhos:		Religião:
Escolaridade: Ensino Médio		

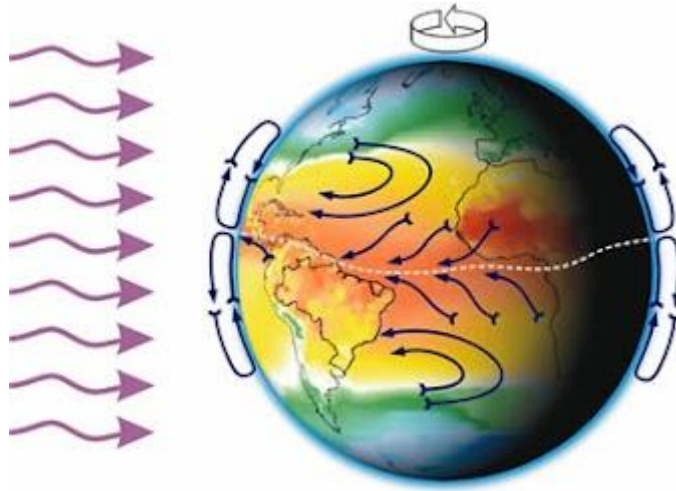
1. O planeta Terra realiza 4 movimentos importantes, cite-os e em seguida explique dois deles e suas consequências sobre a Terra.



2. As estações do ano ocorrentes em nosso planeta são: Verão, Primavera, Outono e Inverno. Descreva o que ocorre com os fatores climáticos da atmosfera nessas respectivas estações.



3. Na atmosfera terrestre ocorre um movimento denominado convecção. Discorra, com suas palavras, como esse fenômeno acontece.



4. A inversão térmica é um fenômeno natural que ocorre em dias de inverno seco e umidade relativa do ar baixa, e principalmente em cidades localizadas entre serras. Discorra, com suas palavras, como ocorre esse fenômeno.



5. Das alternativas abaixo, qual explica de maneira correta as consequências do fenômeno inversão térmica.

() O ar poluído é disperso para as camadas mais altas da atmosfera, contribuindo para o efeito estufa, e consequentemente aumentando a temperatura média da Terra.

() O ar poluído fica estagnado nas partes baixas da atmosfera, e consequentemente provoca o aumento de problemas respiratórios na população.

() O ar poluído fica estagnado na atmosfera, contribuindo para a formação de ácidos fortes e provocando a chuva ácida.

6. Apresente uma solução viável que possa amenizar as consequências provocadas pela ação humana em dias de inversão térmica.

7.3. Apêndice C – Avaliação diagnóstica Pós-Experimental

MODELO DE AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA PÓS-EXPERIMENTAL PARA AVALIAR OS CONHECIMENTOS ABORDADOS DEPOIS DA REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Objetivo da Avaliação diagnóstica: obter informações sobre os conhecimentos, aptidões e competências dos estudantes com vista à organização do processo de ensino e aprendizagem de acordo com as situações que forem identificadas (JOVENS GÊNIOS, 2021).

Título do Projeto de Pesquisa: A interdisciplinaridade aplicada as Ciências da Natureza

Instituição: CEFET/RJ – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

Unidade Universitária: Nova Friburgo/RJ

Curso: Licenciatura em Física

Orientador: Anderson Fernandes Souza

Coorientador: Washington Luiz Raposo da Silva

Aluna: Thayná Fernandes de Souza Alves

Agradecemos sua participação em responder o questionário abaixo:

Caracterização do aluno		
Nome:		
Sexo: Feminino ()	Masculino ()	Ocupação/Profissão:
Idade:		Estado Civil:
Filhos:		Religião:
Escolaridade: Ensino Médio		

1. No experimento do simulador inversão térmica temos dois cenários representados: o comportamento da atmosfera em dias normais e em dias de inversão térmica. Segundo o que estudamos até agora e o que você observou durante o experimento, descreva, com suas palavras, esses dois cenários.

2. Segundo o experimento realizado, quais foram as substâncias utilizadas para simular um dos gases mais tóxicos emitido na atmosfera? Faça uma equação química para demonstrar essa reação química que ocorreu durante o experimento.

3. Descreva o que você observou quando o gás poluente foi emitido na atmosfera em dias normais e em dias de inversão térmica, e as consequências que esse cenário pode trazer para o meio ambiente em dias de inversão térmica.

4. Segundo o que foi discutido sobre soluções viáveis e de tecnologia limpa para amenizar os impactos ambientais e sociais provocados pela ação humana, elabore um método de implementação dessa solução na sociedade a fim de cumprir o objetivo proposto. Desenvolva esta questão por meio de pesquisas, em dupla ou individual.