

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE QUÍMICA

FERNANDA LEONARDO GARANITO RABELO

MUDANÇAS CLIMÁTICAS:
uma proposta para o ensino híbrido

Rio de Janeiro
2024

FERNANDA LEONARDO GARANITO RABELO

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS:
uma proposta para o ensino híbrido**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química – Modalidade Profissional, do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito necessário à obtenção do título de Mestre em Ensino de Química.

Orientadora: Paula Macedo Lessa dos Santos

Rio de Janeiro
2024

CIP - Catalogação na Publicação

R114m Rabelo, Fernanda Leonardo Garanito
MUDANÇAS CLIMÁTICAS: uma proposta para o ensino
híbrido / Fernanda Leonardo Garanito Rabelo. -- Rio
de Janeiro, 2024.
123 f.

Orientadora: Paula Macedo Lessa dos Santos.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós
Graduação em Ensino de Química, 2024.

1. Ensino de Química. 2. Mudanças Climáticas. 3.
Rotação por Estações. 4. Cultura Maker. 5. Ensino
Híbrido. I. Santos, Paula Macedo Lessa dos, orient.
II. Título.

FERNANDA LEONARDO GARANITO RABELO

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS:
uma proposta para o ensino híbrido**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química – Modalidade Profissional, do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito necessário à obtenção do título de Mestre em Ensino de Química.

Rio de Janeiro, 08 de novembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **PAULA MACEDO LESSA DOS SANTOS**
Data: 09/01/2025 19:37:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Presidente: Profa. Dr.a Paula Macedo Lessa dos Santos
Instituto de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro - PEQui

Documento assinado digitalmente
 **ANTONIO CARLOS DE OLIVEIRA GUERRA**
Data: 10/01/2025 19:15:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Antônio Carlos de Oliveira Guerra
Instituto de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro - PEQui

Documento assinado digitalmente
 **ADOLFO TANZI NETO**
Data: 11/01/2025 06:55:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Adolfo Tanzi Neto
Faculdade de Letras – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Dedico esta dissertação a minha família, por toda paciência, incentivo e carinho. O suporte de vocês foi fundamental para a conclusão de mais esta etapa.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me dado forças para concluir mais uma etapa da minha vida acadêmica.

Agradeço a minha família, que me deu suporte e acolhimento em cada etapa do mestrado.

Agradeço aos meus colegas de turma pelo companheirismo durante o curso e, especialmente à minha amiga Raquel Freitas; sua amizade e apoio foram fundamentais para tornar todo esse percurso mais leve.

Agradeço a minha orientadora professora Dra. Paula Lessa Macedo dos Santos que não mediu esforços para me orientar da melhor maneira possível. Muito obrigada, professora, por todos os seus conselhos, paciência e ensinamentos.

Porque Dele, e por Ele, e para Ele são todas as coisas;
glória, pois, a Ele eternamente.

Romanos 11:36

RESUMO

RABELO, Fernanda Leonardo Garanito. **MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO HÍBRIDO**. Rio de Janeiro, 2024. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

O debate acerca das mudanças climáticas se tornou uma das questões mais urgentes e relevantes na nossa sociedade atualmente. Eventos extremos, como longas secas, e enchentes devastadoras, têm evidenciado a vulnerabilidade do nosso planeta e a urgência de medidas imediatas. Compreender os processos químicos envolvidos é fundamental para que os estudantes se tornem cidadãos conscientes e participativos. Nesse sentido, o presente trabalho buscou investigar de que maneira o redimensionamento do espaço da sala de aula, através do modelo de ensino híbrido, pode favorecer tanto a aprendizagem colaborativa quanto a individual em tópicos de Química relacionados ao tema Mudanças Climáticas. Definida como uma pesquisa-ação, esta pesquisa buscou desenvolver e aplicar uma sequência didática sobre Mudanças Climáticas, utilizando um modelo de rotação por estações e a cultura maker, em uma turma do 1º ano do ensino médio em uma escola privada do Rio de Janeiro. Os alunos exploraram temas ambientais e, por meio da atividade maker, criaram maquetes com materiais recicláveis, expressando seu entendimento de forma criativa. Essa abordagem não apenas consolidou o aprendizado, mas também fomentou uma reflexão crítica sobre questões socioambientais. A análise dos dados, com base na tipologia de conteúdos de Zabala, demonstrou a importância de interligar conceitos educacionais para o desenvolvimento integral dos alunos, evidenciando que a combinação de metodologias estimula uma aprendizagem ativa e significativa, transformando os estudantes em protagonistas de seu próprio aprendizado.

Palavras-Chave: Ensino de química, mudanças climáticas, rotação por estações, ensino híbrido, cultura maker.

ABSTRACT

RABELO, Fernanda Leonardo Garanito. **MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO HÍBRIDO**. Rio de Janeiro, 2024. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

The debate about climate change has become one of the most urgent and relevant issues in our society today. Extreme events, such as long droughts and devastating floods, have highlighted the vulnerability of our planet and the urgency of immediate measures. Understanding the chemical processes involved is essential for students to become conscious and participatory citizens. In this sense, the present work sought to investigate how the resizing of classroom space, through the hybrid teaching model, can favor both collaborative and individual learning in Chemistry topics related to the theme of Climate Change. Defined as action research, this research sought to develop and apply a teaching sequence on Climate Change, using a seasonal rotation model and maker culture, in a 1st year high school class at a private school in Rio de Janeiro. The students explored environmental themes and, through the maker activity, created models with recyclable materials, expressing their understanding in a creative way. This approach not only consolidated learning, but also encouraged critical reflection on socio-environmental issues. Data analysis, based on Zabala's content typology, demonstrated the importance of interconnecting educational concepts for the integral development of students, showing that the combination of methodologies stimulates active and meaningful learning, transforming students into protagonists of their own learning.

Keywords: Chemistry teaching, climate change, seasonal rotation, hybrid teaching, maker culture.

LISTA DE ABREVIações

GEE	Gases de Efeito Estufa
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
ONU	Organização das Nações Unidas
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
COP	Conferência das Partes
EA	Educação Ambiental
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EAD	Educação a Distância
ABP	Aprendizagem Baseada em Projeto
CM	Cultura Maker

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Efeitos da interferência humana sobre o clima

Figura 2: Aumento da concentração de CO₂ na atmosfera desde a Revolução Industrial

Figura 3: Modos de vibração do dióxido de carbono

Figura 4: Modelos de Ensino Híbrido

Figura 5: Esquema das atividades em rotação por estações

Figura 6. Esquema do experimento sobre a variação de temperatura *versus* concentração de CO₂

Figura 7. Procedimento experimental das etapas de 1 a 4

Figura 8. Procedimento experimental das etapas de 5 a 7

Figura 9. Imagem do livro didático a partir da qual os estudantes elaboraram seus textos

Figura 10. Percentual de acertos e erros dos alunos a partir do questionário 1 contendo perguntas sobre: efeito estufa; óxidos; mudanças climáticas e aquecimento global; ação antrópica. Os acertos foram superiores a 70%

Figura 11. Alunos realizando o experimento que relacionou a variação da temperatura do sistema com a variação da concentração de CO₂

Figura 12. Gráfico temperatura (°C) x tempo (min) elaborado pelo grupo 1. Os estudantes demonstraram as conexões entre os pontos de medição relacionados ao tempo e à temperatura

Figura 13. Gráfico temperatura (°C) x tempo (min) elaborado pelo grupo 2. Observa-se aqui um maior detalhamento na representação gráfica dos dados

Figura 14. Gráfico temperatura (°C) x tempo (min) elaborado pelo grupo 3. Os alunos não representaram as linhas que ligam os pontos de medição correspondentes ao tempo e à temperatura

Figura 15. Gráfico temperatura (°C) x tempo (min) elaborado pelo grupo 4. Os alunos utilizaram cores diferentes para representar o comportamento de cada sistema

Figura 16. Alunos durante a atividade da estação leitura de textos jornalísticos e debate

Figura 17. Quebra-cabeça utilizado na realização da atividade proposta pela estação

Figura 18. Quebra-cabeça utilizado na realização da atividade proposta pela estação

Figura 19. Alunos durante a estação quebra-cabeças. Por meio da montagem do jogo, eles foram levados a refletir sobre as causas e efeitos da ação antrópica sobre o meio ambiente

Figura 20. Nuvem de palavras criadas pelos alunos por meio do Mentimeter, após a estação quebra-cabeças. Apesar da tristeza e da preocupação, os alunos têm esperança em relação ao futuro

Figura 21. Maquete desenvolvida pelo grupo 1 representando a intensificação de GEE na atmosfera decorrente das atividades industriais e da emissão de gases pelos meios de transporte rodoviários

Figura 22. Maquete desenvolvida pelo grupo 2 representando o desmatamento das florestas para abastecer a indústria madeireira dentre outros fatores

Figura 23. Maquete desenvolvida pelo grupo 3 representando o descarte incorreto de resíduos sólidos nas cidades

Figura 24. Maquete desenvolvida pelo grupo 4 representando as queimadas e seus impactos junto à fauna que, muitas vezes, busca refúgio nas cidades

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Estratégias adotadas para abordar a temática ambiental na educação básica

Quadro 2: Modalidades de Ensino

Quadro 3: Planejamento das atividades nas aulas distribuídas em 3 semanas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS: CAUSAS E EFEITOS	19
3.1 FATORES QUE CONTRIBUEM PARA AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS ANTROPOGÊNICAS	20
3.2 O EFEITO ESTUFA E A INTERAÇÃO MATÉRIA E ENERGIA	23
3.3 O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E AS MUDANÇAS DO CLIMA	24
4. AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O ENSINO DE QUÍMICA	28
4.1 TEXTO SOBRE A BNCC	29
4.2 REVISÃO DA LITERATURA	32
5. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE	35
6. A PERSPECTIVA FREIRIANA PARA UMA EDUCAÇÃO CIDADÃ	38
7. DIFERENÇA ENTRE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, ENSINO REMOTO E ENSINO HÍBRIDO	40
7.1. ENSINO HÍBRIDO	43
7.1.1 Cultura Maker	46
8. PERCURSO METODOLÓGICO	49
8.1 TIPO DE PESQUISA	49
8.2 PÚBLICO-ALVO	49
8.3 PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES	50
8.4 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	56
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS	79
ANEXO A – Textos Elaborados pelos Alunos.....	86
ANEXO B – Textos Elaborados pelos Grupos.....	87
APÊNDICE A – Questionário 1.....	89

APÊNDICE B – Procedimento para Realização do Experimento.....	93
APÊNDICE C – Questionário 2	94
APÊNDICE D – Quebra - cabeças.....	95
APÊNDICE E - Produto Educacional	96

1. INTRODUÇÃO

O termo *ensino híbrido* se popularizou nas escolas de educação básica durante o período da pandemia da Covid-19. Em meados de março de 2020, as escolas fecharam suas portas para atuar no combate à disseminação do novo coronavírus. Para que fossem reabertas e os protocolos sanitários de prevenção à Covid-19 fossem respeitados, foi necessário adotar um modelo de rodízio entre os estudantes, sendo empregadas atividades presenciais e remotas.

Os professores se desdobraram para conseguir ministrar aulas remotas, a maioria não possuía o conhecimento necessário das ferramentas digitais para a gravação ou até mesmo transmissão ao vivo das aulas e, dessa maneira, tiveram pouquíssimo tempo para dominar esses recursos tecnológicos, o que demandou uma carga de trabalho exaustiva, muitas vezes solitária, sem nenhum apoio das escolas.

Com o retorno gradual dos estudantes às escolas, o conteúdo ministrado em sala de aula passou a ser transmitido de forma simultânea para os alunos que ficaram em casa, então as escolas começaram a chamar de *ensino híbrido* a junção de ensino presencial e remoto, mas o conceito vai muito além de oferecer computadores e novas tecnologias aos estudantes.

Segundo Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015), a função da tecnologia não é substituir a sala de aula tradicional, mas garantir que novos recursos sejam empregados de maneira adequada através de uma integração dos aprendizados presencial e on-line, favorecendo a personalização da aprendizagem, transformando uma educação padronizada em uma que permita ao aluno aprender no seu ritmo.

Segundo Moran (2015), a educação híbrida está associada à ideia de que existem diversas maneiras de aprender, em que a aprendizagem é um processo contínuo, que ocorre de variadas formas, em diferentes espaços, misturando atividades, metodologias e públicos.

Devido a importância e urgência a respeito da discussão sobre as mudanças climáticas, escolhemos esse tema transdisciplinar para a realização desta pesquisa. Educar acerca das mudanças climáticas é uma necessidade urgente com base na importância, complexidade e na intensificação do problema, afirmam González-Gaudiano, Meira-Carrea e Gutiérrez-Pérez (2020).

A crise climática é um fato em nossa vida cotidiana e tem sido abordada diariamente nos noticiários, evidenciando os sinais de mudança do clima global devido ao aumento de CO₂ e outros gases que intensificam o efeito estufa na atmosfera. Os

efeitos das mudanças climáticas têm afetado os seres humanos de maneiras impressionantes pelo mundo. Inundações, incêndios florestais, seca, fome, ondas de calor e tempestades mais longas e intensas são alguns exemplos. Os eventos climáticos como as chuvas extremas que afetaram a região sul do país no ano de 2024, as fortes enchentes causadas na Bahia no ano de 2021 e as chuvas torrenciais que atingiram Petrópolis, no Rio de Janeiro, onde muitas pessoas perderam suas vidas no ano de 2022, são exemplos de como temos sido afligidos no Brasil por essas questões. Logo, a discussão a respeito das mudanças climáticas com os alunos da educação básica mostra-se de extrema relevância para a formação crítica do cidadão.

Esta pesquisa busca investigar se o redimensionamento do espaço da sala de aula, pela aplicação de um modelo de ensino híbrido, pode contribuir para a aprendizagem colaborativa e individual de tópicos em Química relacionados às Mudanças Climáticas. Ela está estruturada da seguinte maneira: o capítulo 2 apresenta os objetivos da pesquisa; no capítulo 3, são discutidas as mudanças climáticas, incluindo suas causas e consequências; o capítulo 4 explora a relação entre as mudanças climáticas e o ensino de Química; já no capítulo 5, o foco é a educação ambiental e o conceito de sustentabilidade; o capítulo 6 traz uma análise da perspectiva freiriana sobre uma educação cidadã; no capítulo 7, são esclarecidas as distinções entre educação à distância, ensino remoto e ensino híbrido; o capítulo 8 descreve o percurso metodológico adotado na pesquisa; no capítulo 9, os resultados são apresentados e discutidos; por fim, no capítulo 10, são apresentadas as considerações finais.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar e aplicar um conjunto de atividades educativas baseadas na metodologia de rotação por estações e na cultura maker, com o intuito de permitir que os estudantes estabeleçam conexões entre o aumento da concentração de gases de efeito estufa e suas consequências socioambientais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer com que o aluno compreenda a relação entre matéria e energia que resulta no efeito estufa atmosférico.
- Incentivar os estudantes a criar e interpretar gráficos que relacionem a concentração de gases estufa e a temperatura ambiente.
- Promover a reflexão crítica dos alunos sobre como a atividade humana afeta os ciclos de óxidos na natureza.
- Estimular nos educandos a construção de modelos tridimensionais que apontem situações-problema e/ou soluções relativas aos impactos socioambientais das mudanças climáticas.
- Elaborar um material didático.

3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS: CAUSAS E EFEITOS

Uma das principais causas das mudanças climáticas é o aumento dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera. O efeito estufa é um fenômeno natural e essencial para a existência da vida na Terra, pois mantém a temperatura média do planeta em + 15°C. A superfície da Terra recebe constantemente radiação solar e a presença dos GEE, como o CO₂ e o vapor d'água, garante que parte do calor que chega à atmosfera fique retido. Se não fossem esses gases, a Terra seria um ambiente gelado, com temperatura média de -18° C.

A intensificação do efeito estufa teve início a partir da revolução industrial, quando grandes quantidades de CO₂ e outros gases de efeito estufa começaram a ser lançados na atmosfera como resultado da queima de combustíveis fósseis. Logo, o aumento do efeito estufa se deve principalmente à industrialização, incentiva a queima de combustíveis fósseis nos últimos séculos.

Com o aumento da concentração desses gases na atmosfera, o efeito estufa se torna mais intenso. Esses gases retidos na atmosfera impedem a dissipação do calor, aquecendo assim ainda mais a superfície terrestre e elevando as temperaturas. Além disso, o aumento das atividades industriais e agrícolas, que necessitam de grandes áreas para produção e conseqüentemente levam ao desmatamento, juntamente com o aumento do uso de meios de transporte, têm contribuído para uma maior emissão de gases de efeito estufa na atmosfera.

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021), o sistema climático tem a capacidade de passar por transformações que podem resultar em danos irreversíveis. Dentre esses danos estão o derretimento das calotas polares, ocasionando o conseqüente aumento no nível do mar devido à maior retenção de calor do sol pela atmosfera. O derretimento do gelo nos polos resulta em um acréscimo no nível do mar, levando a inundações em latitudes do norte e no Pacífico equatorial. Essa situação também contribui para a perda de terras em conseqüência da elevação do nível do mar que resultará em movimentos migratórios e potenciais deslocamentos decorrentes desse fenômeno.

Neste mesmo contexto, nota-se uma maior preocupação com o agravamento da segurança alimentar devido aos impactos do aquecimento global nas colheitas e na pesca, bem como à escassez de água em certas regiões, podendo resultar em diversos conflitos devido à falta de recursos naturais. Não deixando de ressaltar que

vários problemas de saúde podem ser desencadeados tanto pelo aumento de gases de efeito estufa na atmosfera quanto pela elevação da temperatura global, uma vez que há previsão de um aumento de até 2 graus Celsius até 2100 em relação ao período pré-industrial (1850 a 1900).

3.1 FATORES QUE CONTRIBUEM PARA AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS ANTROPOGÊNICAS

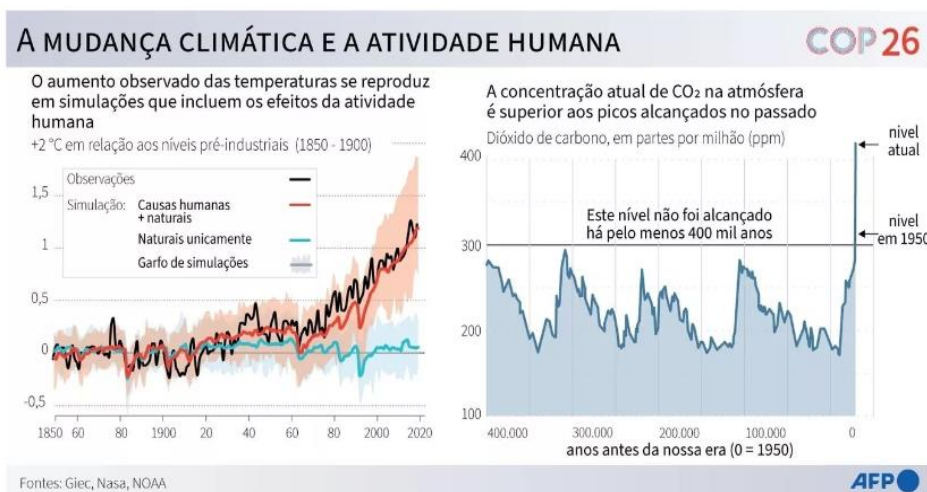
As mudanças climáticas antropogênicas, ou seja, causadas pela atividade humana, estão ligadas ao aumento das emissões de gases do efeito estufa através da queima de combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas, entre outras atividades. Desde o surgimento da Revolução Industrial no século XIX, a humanidade começou a utilizar de maneira intensa o carbono presente no carvão mineral, petróleo e gás natural.

As florestas, importantes reservatórios de carbono, passaram a ser destruídas e queimadas em um ritmo cada vez mais acelerado. Como resultado, enormes quantidades de dióxido de carbono e outros gases passaram a ser liberados na atmosfera, o que causou um aumento significativo do efeito estufa e, consequentemente, do aquecimento global.

De acordo com o sexto relatório do IPCC (2021), é provável que o mundo atinja ou até mesmo ultrapasse um aumento de 1,5 °C nas próximas duas décadas, antes do previsto em análises anteriores. O mesmo relatório evidenciou que os níveis atuais de aquecimento não seriam observados sem a interferência humana, ou seja, a elevação da temperatura planetária em grande parte é decorrente da ação antrópica, não sendo predominantemente resultado de variações naturais do clima.

Os danos provocados pela irresponsabilidade do ser humano para com o meio ambiente, como o aumento anormal da temperatura da Terra, são muitas vezes irreversíveis, impossíveis de corrigir ou reverter por décadas, ou até séculos.

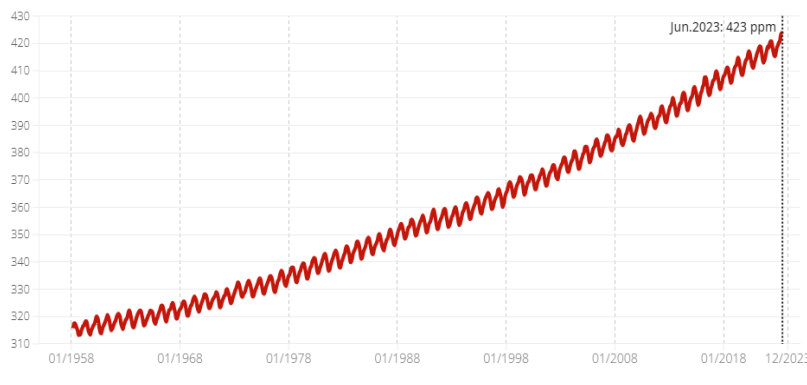
O gráfico apresentado na figura 1 mostra os efeitos da interferência humana sobre o clima.

Figura 1: Efeitos da interferência humana sobre o clima

Fonte: Disponível em: (<https://metsul.com/um-guia-para-entender-as-mudancas-climaticas/>). Acesso em: 8 set. 2022.

Segundo Carlos Nobre, renomado especialista em mudanças climáticas, a capacidade de absorção de dióxido de carbono pelas florestas e oceanos está diminuindo cada vez mais. Se essa tendência persistir, será essencial intensificar os esforços de redução das emissões de gases. Segundo as suas palavras, a atual ameaça climática é sem precedentes, demandando ação urgente para evitar consequências devastadoras para a humanidade e a biodiversidade da Terra. O compromisso com as metas do acordo de Paris é imprescindível: reduzir em 50% as emissões de gases de efeito estufa até 2030 e eliminar totalmente até 2050.

O gráfico exibido na figura 2 demonstra o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera desde a Revolução Industrial.

Figura 2: Aumento da concentração de CO₂ na atmosfera desde a Revolução Industrial

Fonte: Disponível em: (<https://planaltoempauta.com.br/ano-mais-quente-ja-registrado-deixa-a-terra-perto-do-seu-limite-seguro-entenda/>). Acesso em: 8 set. 2022.

De acordo com Carlos Nobre, é fundamental a remoção significativa de dióxido de carbono da atmosfera. Uma forma bastante evidente de alcançar esse objetivo é por meio da restauração das florestas. O Brasil se destaca como uma das nações com grande potencial para investir na revitalização florestal, o que possibilitaria contribuir de forma substancial na remoção de centenas de milhões de toneladas de dióxido de carbono, tornando-se um dos líderes a alcançar emissões líquidas zero.

3.2 O EFEITO ESTUFA E A INTERAÇÃO MATÉRIA E ENERGIA

Diversas abordagens sobre o Efeito Estufa discutem o conceito desse fenômeno, porém não exploram adequadamente como os gases presentes na atmosfera têm a capacidade de captar a radiação infravermelha, sendo responsável pelo aquecimento da superfície, nem explicam porque alguns gases absorvem radiação enquanto outros não. Geralmente, a interação entre esses gases e a radiação é um aspecto deixado de lado nas explicações.

A Terra recebe energia solar e, sendo um corpo aquecido, emite energia de volta, especialmente sob a forma de radiação infravermelha. Alguns gases na atmosfera têm a capacidade de absorver essa radiação, impedindo que ela escape diretamente para o espaço. Esses gases, conhecidos como os gases do Efeito Estufa, são os responsáveis pelo aquecimento causado pela absorção da radiação infravermelha.

Quando a radiação incide sobre as moléculas, observa-se que cada tipo de molécula e átomo absorvem, ou não, radiação em comprimentos de onda específicos (Creton, 2010). Moléculas que absorvem radiação infravermelha são aquelas cujo momento dipolar varia durante a vibração (Harris & Bertolucci, 1989).

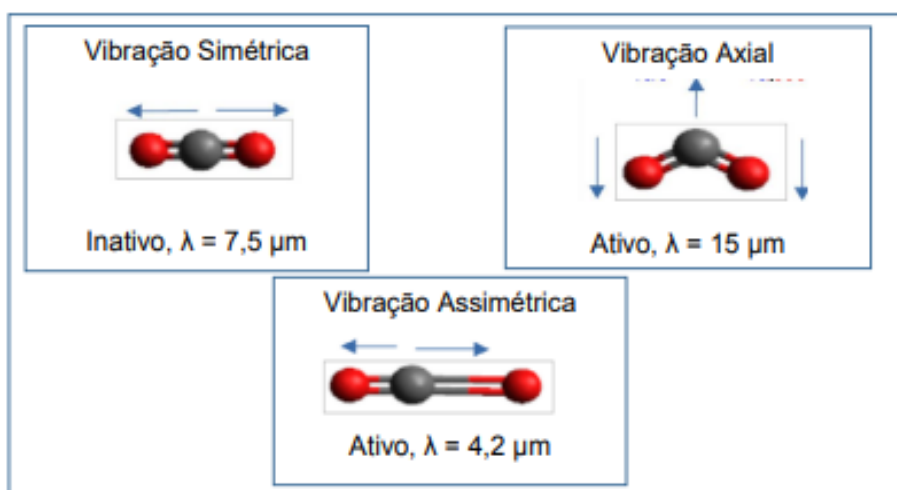
A radiação infravermelha ($\lambda = 0,7$ a $1000 \mu\text{m}$) não possui energia suficiente para excitar os elétrons, entretanto, promove a aceleração das vibrações dos átomos ou grupos de átomos ao redor das ligações covalentes que os unem. Esse processo pode ocasionar deformações nas moléculas, levando a assimetrias e temporariamente gerando dipolos eletromagnéticos (Silva et al., 2009).

Segundo Spiro e Stigliani (2009), moléculas como CO, NO e HCl, que são lineares, experimentam mudanças em seu momento dipolar devido às vibrações moleculares. Contudo, essas substâncias não são classificadas como gases de efeito estufa devido à sua fraca capacidade de absorção no infravermelho e às baixas

concentrações na atmosfera. Já as moléculas poliatômicas, como CO_2 , CH_4 e H_2O , possuem mais vibrações e absorvem de maneira mais intensa no infravermelho.

A figura 3 ilustra o comportamento simétrico da molécula de CO_2 , principal gás de efeito estufa, quando é alternadamente esticada e comprimida, não gerando dipolos eletromagnéticos, portanto, considerada "inativa no infravermelho". No entanto, se a molécula vibrar de forma assimétrica ou de modo axial, a vibração é considerada "ativa no infravermelho", uma vez que ocorre uma mudança periódica no momento dipolar da molécula (Jos, Disserta e Sbampato, 2007).

Figura 3: Modos de vibração do dióxido de carbono



Fonte: Junges *et al*, 2019

A interação analisada através da espectroscopia de radiação infravermelha em moléculas de CO_2 é responsável por explicar a razão pela qual esse gás é conhecido como gás de efeito estufa. O mesmo princípio se aplica aos demais gases de efeito estufa, sendo que a diferença está na capacidade de cada gás de absorver ou interagir com comprimentos de onda distintos (Creton, 2010).

O Efeito Estufa, fruto da interação entre radiação e matéria, em especial a radiação infravermelha com as vibrações moleculares, é essencial para a existência da vida na Terra conforme a conhecemos.

3.3 O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E AS MUDANÇAS DO CLIMA

A Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1.999, conhecida como Lei da Educação Ambiental começa o texto expressando o conceito legal, no primeiro artigo:

“Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade”.

Em sua concepção de educação ambiental a lei introduz a ideia de *sustentabilidade*, defendendo a importância do uso sustentável dos recursos naturais para que tanto as necessidades das gerações atuais quanto às necessidades das gerações futuras sejam supridas, sendo essa uma meta a ser alcançada pela sociedade.

No art. 4º da lei foram relacionados os princípios básicos da educação ambiental e o inciso II, relaciona a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade. E o artigo 3º defende que todos têm direito a educação ambiental e o inciso I, diz que cabe ao Poder Público, definir políticas públicas que incorporem a dimensão ambiental, promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente.

Os temas relacionados ao meio ambiente e à sustentabilidade vêm ganhando destaque nas convenções internacionais e nos meios de comunicação, pois o modelo de sociedade consumista em que vivemos está condenado ao fracasso. O uso das fontes renováveis e não renováveis para a produção de bens e serviços está esgotando o planeta Terra sem que a natureza tenha tempo de se recompor. Após a proposição da Agenda 21 (ano) e dos oito objetivos do milênio (2000), a Organização das Nações Unidas (ONU, 2018) lançou a Agenda 2030 e seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (17 ODS).

Dentre os 17 ODS, aqueles que guardam relação direta com a temática das mudanças climáticas são os de número 7 (ENERGIAS RENOVÁVEIS), 12 (CONSUMO RESPONSÁVEL), 13 (COMBATE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS), 14 (VIDA DEBAIXO DA ÁGUA) e 15 (VIDA SOBRE A TERRA). A Agenda 2030 destaca a importância de se proteger o planeta da degradação, sobretudo por meio do consumo e da produção sustentáveis, da gestão sustentável dos seus recursos naturais e tomando medidas urgentes sobre a mudança climática, para que ele possa suportar as necessidades das gerações presentes e futuras.

A Agenda discute os aspectos sociais, ambientais e econômicos que devem ser contemplados num modelo social e econômico pautado na sustentabilidade. Ela destaca a importância de se proteger o planeta da degradação, sobretudo por meio do consumo e da produção sustentáveis, da gestão sustentável dos seus recursos naturais e tomando medidas urgentes sobre a mudança climática, para que ele possa suportar as necessidades das gerações presentes e futuras.

Os objetivos do desenvolvimento sustentável podem ser organizados em quatro áreas: social, ambiental, econômica e institucional.

- **Social:** relacionada às necessidades humanas, saúde, educação, melhoria da qualidade de vida e justiça.
- **Ambiental:** referente à preservação e conservação do meio ambiente, com ações que englobam desde a reversão do desmatamento, proteção das florestas e da biodiversidade, combate à desertificação, uso sustentável dos oceanos e recursos marinhos até a implementação de medidas eficazes contra mudanças climáticas.
- **Econômica:** trata do uso e esgotamento dos recursos naturais, produção de resíduos, consumo de energia, entre outros.
- **Institucional:** relacionada às capacidades de implementar os ODS.

Entre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela ONU, o de número 13 trata da ação contra a mudança climática global. Seu objetivo é implementar medidas urgentes para enfrentar as mudanças climáticas e seus impactos. Para isso, são destacadas ações como:

13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países.

13.2 Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

13.3 Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima. (ONU, 2018)

Com a finalidade de se obter dados climáticos e produzir relatórios científicos regulares capazes de demonstrar a ocorrência e a intensidade das mudanças climáticas, além de seus efeitos atuais e riscos futuros, o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) foi criado pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 1988.

O objetivo do IPCC é fornecer aos tomadores de decisão as informações mais precisas, projeções e possibilidades de adaptação e redução de impactos. Conforme seu mais recente relatório, o IPCC destaca de maneira clara que as atividades humanas, especialmente ao longo de um século de uso de combustíveis fósseis, gestão inadequada de energia e recursos naturais, e padrões não sustentáveis de consumo e produção, contribuíram para o aumento da temperatura global em 1,1°C em comparação aos níveis pré-Revolução Industrial.

De acordo com o IPCC, o dióxido de carbono está presente em 78% das emissões causadas pelas atividades humanas e 55% do total das emissões globais de gases de efeito estufa, sendo o principal responsável pelo aquecimento global. Destacando que, entre as consequências diretas do aquecimento do planeta, o aumento da temperatura média da Terra e a intensificação de fenômenos climáticos extremos estão se tornando mais frequentes devido às alterações climáticas provocadas pelo homem.

Com a intenção de reduzir as emissões de GEE para limitar o aumento médio da temperatura a 2°C, quando comparada a níveis industriais, foi criada a Conferência das Partes (COP) que é uma reunião anual com representantes de vários países com objetivo de debater as mudanças climáticas, encontrar soluções para os problemas ambientais que afetam o planeta e negociar acordos. Durante a COP 21, em 2015, 195 países assinaram o Acordo de Paris, que é o principal tratado internacional contra as mudanças climáticas causadas por atividades humanas. Ele também estimula a criação de mecanismos para diminuir o impacto das mudanças climáticas e a substituição de fontes emissoras de gases do efeito estufa.

Desde a adesão do acordo climático de Paris, as conferências posteriores têm se dedicado à implementação de seu principal objetivo: conter o aumento da temperatura média global e manter os esforços para limitar o acréscimo a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais.

Como ressaltado pela ONU, o planeta agora entra em uma década crucial para ações climáticas. Os mais recentes dados científicos do IPCC indicam que para limitar o aquecimento global a cerca de 1,5°C, é necessário que haja reduções imediatas e profundas de todos os setores. Essa intervenção é fundamental para conter o aumento da temperatura até o final deste século e evitar os impactos mais graves das alterações climáticas, tais como secas, ondas de calor e chuvas intensas e mais frequentes.

4. AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O ENSINO DE QUÍMICA

Um dos principais assuntos da educação ambiental (EA) para o século XXI é a questão das mudanças climáticas e do aquecimento global. A necessidade de preparar os alunos de diferentes níveis educacionais para os desafios globais que o mundo enfrentará no futuro é destacada em diversos documentos nacionais e internacionais (Ialei, 2009; Jacobi, et. al. 2011). Contudo, o tema ainda é pouco abordado nas salas de aulas da educação básica.

As mudanças climáticas são um assunto de extrema relevância e o ensino de química desempenha um papel fundamental ao abordar essas questões. Ao levar questões ambientais para serem discutidas em sala de aula e envolver os alunos na pesquisa desses temas, desperta-se o interesse por eles e os motiva a se apropriarem dos conteúdos químicos e científicos de forma mais ampla.

De acordo com Santos e Schnetzler (2003),

A abordagem de temas de Química relacionados aos problemas ambientais tem como foco principal dois objetivos essenciais para os alunos: A apropriação do saber referente aos conteúdos científicos da disciplina de Química e a formação de cidadãos capazes de agir ativamente na sociedade em que estão inseridos, com uma postura crítica em relação à realidade (Santos e Schnetzler, 2003, p. 105).

A abordagem de temas de Química relacionados aos problemas ambientais tem como foco principal dois objetivos essenciais para os alunos: A apropriação do saber referente aos conteúdos científicos da disciplina de Química e a formação de cidadãos capazes de agir ativamente na sociedade em que estão inseridos, com uma postura crítica em relação à realidade.

Promover a conscientização da sociedade sobre a importância da conservação ambiental deve ser integrado a educação básica, visando fomentar o pensamento crítico e engajar os sujeitos nos desafios do mundo atual (De Oliveira et al., 2016). Conforme a competência 2 da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o ensino de ciências, é fundamental que as escolas incentivem a curiosidade intelectual dos estudantes, favorecendo a reflexão e análise crítica (Brasil, 2018).

O processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Química precisam abranger conhecimentos interdisciplinares relevantes para os avanços nas esferas social, econômica, política e ambiental, como ressaltado por Tavares et al. (2021) e Diniz et al. (2021). A abordagem da temática ambiental durante as aulas de Química no Ensino Médio desempenha um papel fundamental no cultivo de valores,

comportamentos e atitudes que promovem o pensamento crítico dos estudantes, contribuindo para a consciência tanto das ações presentes quanto futuras no âmbito pessoal e coletivo da sociedade, conforme apontado por, De oliveira et al. (2016) e Mendonça (2015).

Incorporar a EA no ensino de química é essencial para capacitar os estudantes a compreender e lidar com os desafios ambientais contemporâneos. Esta estratégia vai além da simples transmissão de informações, ela também promove a reflexão crítica dos alunos e incentiva a adoção de atitudes responsáveis, levando-os a considerar o impacto de suas escolhas no meio ambiente. Dessa forma, o estudo da química ambiental e dos fenômenos químicos na atmosfera torna-se fundamental para a formação social, profissional e consciente dos estudantes ao longo da educação básica.

De acordo com Tozoni-Reis (2008), a EA “[...] tem como pressuposto pedagógico a articulação entre o conhecimento sobre os processos ambientais, a intencionalidade entre os sujeitos em sua relação com a natureza e a transformação social, ou seja, a substituição radical dos modelos de sociedade que vêm destruindo o planeta”.

Utilizar o ambiente da sala de aula para estimular a discussão sobre temas ambientais, como as mudanças climáticas, por meio de conceitos de Química, não só aprimora a experiência de aprendizado do aluno, mas também a torna mais relevante. Dessa forma, o estudante passa a compreender a importância do conhecimento específico e consegue estabelecer conexões com o seu dia a dia.

4.1 TEXTO SOBRE A BNCC

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento que estabelece o conjunto de aprendizagens imprescindíveis que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica (BRASIL, 2018). Em sua introdução, a BNCC apresenta os princípios pedagógicos em que se baseia, juntamente com uma série de diretrizes e regulamentos sobre temas específicos que podem ser incluídos nos currículos escolares pelos sistemas de ensino, redes de ensino e escolas. Dentre os temas é destacada a educação ambiental (Lei nº 9.795/1999, parecer CNE/CP nº14/2012 e Resolução CNE/CP nº 2/201218). Assim, a BNCC reconhece que a

articulação entre a educação ambiental brasileira e o currículo escolar é algo a ser contemplado na formação dos estudantes.

Buscando evidenciar a forma como a questão das mudanças climáticas é abordada pela BNCC, foi realizada uma pesquisa no documento. Além disso, procurou-se estabelecer uma relação entre essa temática e as quatro áreas do conhecimento delineadas pela Base, que são: Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, Matemática e suas Tecnologias e Linguagens e suas Tecnologias. Conforme descrito na Base, a organização das disciplinas por áreas do conhecimento requer a consolidação das relações entre elas e a sua contextualização para a compreensão da realidade. Dentro dessas áreas, a Base estabelece competências e habilidades fundamentais que os estudantes têm direito de adquirir em cada fase da vida escolar.

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, composta pelas disciplinas de Química, Biologia e Física, propões 3 competências específicas. A primeira aborda os conceitos de matéria e energia, onde se destaca a importância de realizar análises de fenômenos naturais e processos tecnológicos, com o objetivo de propor ações que reduzam impactos socioambientais causados ao planeta. E nesta competência o efeito da ação antropogênica sobre o meio ambiente se destaca na habilidade 5.

A segunda discute a importância de realizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos. A análise dos efeitos da ação humana sobre o planeta também é enfatizada na habilidade 06 dessa competência.

A terceira propõe a análise de situações-problema e avaliação de aplicações do conhecimento científico, tecnológico e suas inferências no mundo. A importância de se discutir a introdução de novas tecnologias energéticas em relação à utilização de recursos fósseis é retratada na habilidade 09 dessa competência. Segundo a BNCC, na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza deve contribuir para a construção de uma base de conhecimentos contextualizada.

A área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas abrange as disciplinas de Geografia, História, Filosofia e Sociologia e propões 6 habilidades específicas. Conseguimos estabelecer uma relação clara entre a temática das mudanças climáticas com a competência 3 que propõe a importância da contextualização, análise e avaliação crítica das relações humanas com a natureza e seus impactos econômicos e socioambientais. Dentro da competência 3 a importância do consumo responsável se destaca três vezes, nas habilidades 01, 03 e 04. A exploração dos

recursos naturais e o compromisso com a sustentabilidade são citadas duas vezes, nas habilidades 02 e 06. E a habilidade 05 trata dos acordos internacionais para a promoção e a garantia de práticas ambientais sustentáveis.

Na área de conhecimento de Matemática e suas Tecnologias a temática pode ser correlacionada com a competência 1 que tem como intenção utilizar conceitos matemáticos para a compreensão de situações em variados contextos. Sendo destacada dentro dessa competência a habilidade 01, que tem como objetivo interpretar situações econômicas, sociais e das Ciências da Natureza e através da análise de gráficos. Segundo a BNCC a possibilidade de análise de situações das Ciências da Natureza ou Humanas, faz com que essa competência além de contribuir para a formação científica dos estudantes também favoreça a formação de cidadãos críticos e reflexivos.

A área de Linguagens e suas Tecnologias é composta pelas disciplinas de Arte, Educação Física, Língua Inglesa e Língua Portuguesa, e a partir do texto proposto pela Base conseguimos relacionar o tema com o campo jornalístico-midiático que propõe a utilização e análise de textos jornalísticos para a construção de uma consciência crítica e seletiva em relação à produção de informações. Sendo possível estabelecer relação entre textos jornalísticos e questões socioambientais, promovendo debates e reflexões de assuntos como as mudanças climáticas e a ação dos efeitos antropogênicos sobre o planeta. Segundo a BNCC devido à interdisciplinaridade do tema ele pode ser abordado em qualquer série do ensino médio.

A BNCC prevê a formação de cidadãos críticos, capazes de propor soluções para problemas e desafios, através de uma educação integral. E direcionando o nosso olhar para a maneira que as questões relacionadas a educação ambiental são abordadas dentro da Base encontramos a competência geral de número 7 que estabelece que os alunos sejam capazes de debater sobre assuntos como consciência socioambiental e consumo responsável, de possuírem um posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Para a formação desse cidadão crítico é necessário que o modelo de educação bancária¹, tão criticado por Paulo Freire (2017), seja abandonado pelas escolas brasileiras e a educação problematizadora, seja implementada, estimulando o aluno

¹ Freire (2017) utiliza a expressão “educação bancária” para se referir a um método educativo baseada na perspectiva de “depósito” de conhecimentos pelo docente, nos estudantes.

a questionar o mundo, a pensar em soluções, refletir sobre diversos assuntos e tirar as suas próprias conclusões.

Apesar da BNCC apresentar lacunas em diversas temáticas é possível concluir que questões relacionadas a educação ambiental e as mudanças climáticas se apresentam de maneira clara dentro da Base, podendo ser abordadas dentro das quatro áreas de conhecimento e em qualquer série do ensino médio, através de assuntos como efeito das ações antropogênicas sobre o meio ambiente, discussão de novas tecnologias energéticas em relação à utilização de recursos fósseis, consumismo, interpretação de questões socioambientais através da análise de gráficos e até mesmo mediante a análise de textos jornalísticos. Dessa maneira fica evidenciada a importância de se abordar temas socioambientais no ensino médio uma vez que a análise da BNCC mostra a relevância do assunto frente a interdisciplinaridade proposta por esse documento.

4.2 REVISÃO DA LITERATURA

Para realizar a revisão da literatura, foram analisados diversos trabalhos, onde foram utilizadas como palavras-chave “ensino de química”, “mudanças climáticas” e “efeito estufa”. A pesquisa foi realizada por meio das plataformas Scielo, Portal Capes e Google Acadêmico.

Em uma das publicações, Falci e Carvalho (2021) descrevem uma sequência didática focada nas emissões de CO₂ equivalente, a qual foi implementada em uma escola pública de Itaperuna (RJ) para três turmas do segundo ano do ensino médio. A sequência didática foi composta por cinco etapas. Na primeira etapa, foi aplicado um questionário de sondagem. Na segunda etapa, ocorreu a leitura e discussão de textos sobre questões ambientais. A terceira etapa envolveu o cálculo de CO₂. A quarta etapa incluiu o plantio de árvores e uma blitz ecológica, além da criação de cartazes e distribuição de mudas. Por fim, na quinta etapa, foi aplicada a verificação de retenção de aprendizagem. A pesquisadora concluiu que a aplicação da sequência didática além de auxiliar na construção de novos conceitos, também favoreceu uma maior interação entre os estudantes. Estimulou práticas sustentáveis, colaborando para a formação de cidadãos capazes de relacionar as atividades antrópicas com as questões ambientais presentes no mundo atual.

Lobato *et al* (2009) analisou vários livros didáticos de química destinados ao ensino médio, com o propósito de compreender de que forma o tema do efeito estufa era abordado e explorado nesses materiais. O estudo destacou que, embora o assunto esteja relacionado ao aquecimento global e seja amplamente abordado pelos meios de comunicação, a maneira como era apresentado aos alunos era excessivamente simplista, oferecendo apenas uma análise superficial do tema.

Reichert *et al* (2021) realizou uma atividade experimental envolvendo alunos do 7º ano do Ensino Fundamental em uma escola técnica na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS). Todas as aulas foram ministradas de forma remota, tanto de maneira síncrona quanto assíncrona. No primeiro encontro síncrono, os estudantes participaram da leitura do material chamado “Experimento: simulador do Efeito Estufa”. Já no segundo encontro, de forma assíncrona, os alunos realizaram um experimento sobre o efeito estufa e registraram suas observações. Por fim, no terceiro e último encontro, que foi realizado de forma síncrona, houve uma discussão mostrando que o efeito estufa é um fenômeno natural e que a intensificação está associada ao aquecimento global. As pesquisadoras concluíram que a utilização do simulador do Efeito Estufa trouxe contribuições significativas para os estudantes, permitindo que estabelecessem conexões importantes entre a teoria e a prática, facilitando assim a compreensão do conteúdo.

Figueiredo *et al* (2024), descreveu a aplicação de uma oficina realizada em um instituto federal em Itaperuna (RJ) que tinha o objetivo de discutir a poluição atmosférica relacionada aos temas de Química Inorgânica com alunos do ensino médio integrado ao curso técnico em química. A atividade foi dividida em quatro etapas. Inicialmente, os participantes responderam a um questionário para avaliar o conhecimento prévio. Em seguida, foram apresentados os conceitos teóricos sobre Química atmosférica. Na terceira etapa, os alunos participaram de uma atividade com um jogo de tabuleiro para tornar o aprendizado mais dinâmico (gamificação). Por fim, um novo questionário foi aplicado para avaliar a retenção dos conhecimentos adquiridos durante a oficina. Os pesquisadores concluíram que os questionários inicial e final, combinados com a abordagem lúdica da gamificação através de um jogo de tabuleiro, não apenas facilitaram a apresentação mais clara, dinâmica e contextualizada dos conceitos teóricos, mas também tiveram um impacto significativo na avaliação do processo de ensino-aprendizagem dos estudantes.

Machado *et al* (2023) desenvolveu e aplicou um jogo educativo denominado “A Corrida contra o Aquecimento”, vinculado à abordagem do estudo de caso sobre o fenômeno do Aquecimento Global. Tal dinâmica foi realizada com estudantes do primeiro ano do ensino médio em uma escola pública federal no Rio de Janeiro (RJ), dividida em três etapas. Inicialmente, os alunos responderam a um estudo de caso intitulado “Como salvar Poluilândia?”, o qual abordava a problemática da poluição e os instigava a refletir sobre possíveis soluções. Em seguida, participaram de um jogo de tabuleiro contendo representações de ambientes afetados pelo impacto do aquecimento global, nos quais precisavam solucionar os desafios propostos para vencer a partida. Por último, revisitaram o estudo de caso durante a terceira aula. As pesquisadoras chegaram à conclusão de que a combinação do estudo de caso com o jogo permitiu que os estudantes compreendessem, de maneira lúdica e contextualizada, as origens, efeitos e possíveis ações para mitigar o aquecimento global.

As principais estratégias adotadas para abordar o tema Mudanças Climáticas e efeito estufa nos artigos selecionados na revisão são apresentadas no quadro 1.

Quadro 1. Estratégias adotadas para abordar a temática ambiental na educação básica

REFERÊNCIAS	ESTRATÉGIAS ADOTADAS
Falci e Carvalho (2021)	Sequência didática focada nas emissões de CO ₂ equivalente.
Lobato <i>et al</i> (2009)	Análise de livros didáticos de química para compreender a forma como o tema do efeito estufa é abordado e explorado nesses materiais.
Reichert <i>et al</i> (2021)	Uma atividade experimental, realizada de forma remota, abordando o fenômeno do efeito estufa.
Figueiredo <i>et al</i> (2024)	Oficina didática acerca da poluição do ar, acompanhado de uma atividade gamificada.
Machado <i>et al</i> (2023)	Jogo educativo vinculado à abordagem do estudo de caso sobre o fenômeno do aquecimento global.

Conforme observado no quadro 1, em nenhum dos estudos analisados os autores abordaram a temática das mudanças climáticas associadas à prática de rotação por estações.

5. A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

A educação ambiental apresenta diversas vertentes e Sauv  (2005) identifica 15 correntes que fundamentam as práticas no campo: naturalista, conservacionista, resolutiva, sist mica, científica, humanista, moral e  tica, holística, biorregionalista, prática, crítica, feminista, etnográfica, da ecoeduca  o e da sustentabilidade . Essas correntes consideram a definição de meio ambiente, os objetivos da educação ambiental e os enfoques, além de exemplos de estratégias que exemplificam cada uma delas.

Segundo Sauv  (2005),

A noção de corrente se refere a uma maneira geral de conceber e de praticar a educação ambiental (Sauv , 2005, p. 17).

Esta pesquisa se baseou na abordagem da corrente da educação ambiental crítica, que é aquela que visa pelo menos três situações pedagógicas.

efetuar uma consistente análise da conjuntura complexa da realidade a fim de ter os fundamentos necessários para questionar os condicionantes sociais historicamente produzidos que implicam a reprodução social e geram a desigualdade e os conflitos ambientais; b) trabalhar a autonomia e a liberdade dos agentes sociais ante as relações de expropriação, opressão e dominação próprias da modernidade capitalista; c) implantar a transformação mais radical possível do padrão societário dominante, no qual se definem a situação de degradação intensiva da natureza e, em seu interior, da condição humana (Loureiro; Layrargues, 2013, p. 64).

Sua origem remete a meados dos anos 1980 e início dos anos 1990, quando o processo de redemocratização da sociedade brasileira favoreceu o ressurgimento de movimentos sociais emancipatórios e a promoção de visões críticas sobre a educação e a educação popular. Diante dessas realidades e da situação favorável do crescente diálogo entre movimentos sociais, sindicatos de professores, educadores em geral e ecologistas, dada a relação objetiva entre democratização das nações, formação econ mica e social e degradação ambiental, a Educação Ambiental   cada vez mais vista como um processo de aprendizado contínuo no qual indivíduos e grupos aprendem sobre o meio ambiente, suas atitudes, valores, produção e disseminação.

Nesse contexto, a educação ambiental crítica é compreendida como uma prática de auxílio e combate às crises ambientais, entendida em seu caráter político, não apenas como um ato de compreensão da natureza e seus recursos naturais e ecológicos, mas também emancipadora, cidadã, crítica e reflexiva, uma vez que compreende a complexidade da totalidade incluindo dimensões distintas, porém,

unidas na crise pela qual passamos para contribuir com a transformação da realidade (Loureiro, 2011).

A educação ambiental refere-se à constituição de valores sociais, informações, capacidades, costumes e confiabilidade voltados para a conservação do meio ambiente e sua sustentabilidade. Hoje a educação ambiental é considerada como uma possibilidade de transformação ativa da realidade e das condições de qualidade de vida, por meio de uma conscientização resultante de uma prática social reflexiva fundamentada na teoria (Loureiro, 2006).

Segundo Loureiro (2006), essa consciência é alcançada por meio da capacidade de refletir criticamente, dialogar e assimilar múltiplos saberes. Esse procedimento será essencial para o desenvolvimento de uma sociedade sustentável que atenda aos desafios contemporâneos de garantir qualidade de vida para as gerações atuais e futuras.

O ser humano tem destruído a natureza para alcançar um certo nível de desenvolvimento econômico, devido a essa ação humana, os riscos ambientais aumentaram nos últimos anos, portanto, para lidar com o colapso ecológico global, a estrutura do desenvolvimento sustentável rumo à harmonia entre o desenvolvimento econômico e ecológico, implica a inter-relação entre direitos sociais, meio ambiente estável, desenvolvimento econômico e qualidade de vida.

De acordo com Loureiro (1998), a origem da degradação ambiental e da crise na relação entre sociedade e natureza não provém apenas de fatores momentâneos ou da maldade inata da humanidade, e as consequências dessa degradação não são apenas resultado do uso inadequado dos recursos naturais; mas sim de um conjunto de variáveis interligadas, provenientes das categorias: capitalismo/modernidade industrialismo/urbanização/tecnocracia. Portanto, a sociedade sustentável desejada implica na crítica das relações sociais e de produção, assim como do valor atribuído à extensão da natureza.

O progresso é necessário, porém o ser humano precisa utilizar esses recursos naturais de forma inteligente sem prejudicar o meio ambiente, buscando conciliar o crescimento econômico e a conservação ambiental para assegurar o equilíbrio ecológico.

O desafio da educação ambiental é grande para lidar com a sociedade atual, uma vez que deve abordar a destruição ambiental, o atual modelo de produção capitalista e os problemas sociais, além de trabalhar a diversidade cultural, o sistema

de ideias e os diversos interesses da sociedade no campo da proteção ambiental. Para isso, é necessário que esteja baseada no desenvolvimento de valores igualitários e habilidades voltadas para a preservação ambiental, com o objetivo de garantir uma condição de vida saudável para as gerações presentes e futuras, compreendendo, dessa forma, uma dimensão humanitária, holística, interdisciplinar e democrática da proteção ambiental.

6. A PERSPECTIVA FREIRIANA PARA UMA EDUCAÇÃO CIDADÃ

O conceito de currículo escolar durante muito tempo era tido como um conjunto de disciplinas e conteúdos pré-definidos que deveriam ser transmitidos aos alunos em um processo de aprendizagem vertical. Esse modelo tradicional de ensino foi chamado por Paulo Freire de “Educação Bancária”, na qual o professor é visto como o detentor do conhecimento e o aluno como aquele onde serão depositados todos os seus saberes. No livro *a Pedagogia do Oprimido*, Freire (2017) lista os papéis de professores e estudantes no modelo de educação bancária.

- a) o educador é o que educa; os educandos, os que são educados;
- b) o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem;
- c) o educador é o que pensa; os educandos, os pensados;
- d) o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente;
- e) o educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados;
- f) o educador é o que opta e prescreve sua opção; os educandos os que seguem a prescrição;
- g) o educador é o que atua; os educandos, os que têm a ilusão de que atuam, na atuação do educador;
- h) o educador escolhe o conteúdo programático; os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele;
- i) o educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe antagonicamente à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele;
- j) o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos. (Freire, 2017, pág.82)

Neste tipo de relação, existe uma desigualdade importante quanto ao poder e à autonomia, pois o professor é o sujeito da ação, ele ensina e toma o aluno como um objeto, passivo, receptivo e ingênuo. Além disso, o contexto é desvalorizado, a história de vida dos indivíduos é secundária, e a ação educativa é uma forma de opressão e subjugação (Freire, 2017). Segundo ele, “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção” (Freire, 2011).

Freire propõe como alternativa a “Educação Bancária” que no exercício de educar, oprime, aliena e desumaniza os seres humanos participantes do processo educacional a chamada “Educação Problematicadora” que é um método de ensino

dialógico, em que os aprendizados são assimilados pelo aluno por meio do diálogo com outros conhecimentos e com reflexões diversas.

De acordo com Freire (2017)

Não seria possível à educação problematizadora, que rompe com os esquemas verticais característicos da educação bancária, realizar-se como prática da liberdade, sem superar a contradição entre o educador e os educandos. Como também não seria possível fazê-lo fora do diálogo (Freire, 2017, p. 95-96).

Em busca da autonomia na educação, Freire indica a estratégia da ação-reflexão-ação, utilizando como ferramentas o estímulo à curiosidade, à postura ativa e à experimentação do aluno, fomentando a análise crítica da realidade durante a formação. Para Freire, ensinar é uma especificidade humana e ele prioriza a necessidade de o professor saber escutar o educando, sendo o diálogo a sua principal ferramenta de ensino (Freire, 2011).

Para Freire, “A educação é comunicação, é diálogo, na medida em que não é a transferência de saber, mas um encontro de sujeitos interlocutores que buscam a significação dos significados” (Freire, 1980b, p.69). Freire defende uma educação cidadã que valoriza a conscientização crítica, o engajamento ativo e a transformação social, visando formar cidadãos autônomos, críticos e comprometidos com a construção de uma sociedade mais democrática.

Para superar a educação bancária, Paulo Freire defendia a educação problematizadora como alternativa aos educadores, tendo em vista que nessa perspectiva existe uma troca mútua de conhecimento: “o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa” (Freire, 2017, p. 96). Na Educação problematizadora o aprender é um ato de conhecer a realidade. De acordo com Freire essa é uma prática política, que pode libertar o homem e a mulher de sua ignorância social e possibilitar, assim, a luta pelos direitos básicos, tornando-os capazes de pensar e analisar o mundo.

Assim, o papel do educador na educação problematizadora é proporcionar condições aos educandos de superação do conhecimento, buscando-o de forma coletiva. Nela, existe a troca e o diálogo entre aluno e professor, não há distância entre eles, os dois estarão motivados para o objetivo da aprendizagem.

7. DIFERENÇA ENTRE EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA, ENSINO REMOTO E ENSINO HÍBRIDO

No site oficial do Ministério da Educação (MEC), podemos encontrar a seguinte definição para educação à distância (EAD):

É a modalidade educacional na qual alunos e professores estão separados, física ou temporalmente e, por isso, faz-se necessária a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação. Essa modalidade é regulada por uma legislação específica e pode ser implantada na educação básica (educação de jovens e adultos, educação profissional técnica de nível médio) e na educação superior (MEC, 2018).

É fundamental descrever a educação a distância através de sua modalidade de ensino, a qual é dividida em três categorias: presencial, semipresencial e não presencial. A EAD é considerada um tipo de método não presencial, caracterizado pela ausência de um ambiente físico compartilhado entre professores e alunos, sem a obrigatoriedade de interação simultânea (Moran, 2002).

Nos cursos à distância, os alunos têm a flexibilidade de estudar quando e onde quiserem, já que as aulas são gravadas e disponibilizadas em plataformas digitais das instituições. Os métodos de comunicação na EAD podem ser divididos entre síncronos e assíncronos, dependendo se a interação é em tempo real ou não. A comunicação síncrona possibilita interações em tempo real, sendo útil para esclarecer dúvidas imediatamente. Já a comunicação assíncrona oferece flexibilidade de horários e permite que os participantes processem informações no seu próprio ritmo.

Já o Ensino Remoto surgiu como uma estratégia de adaptação das atividades pedagógicas diante do fechamento das escolas durante a pandemia da Covid-19, no ano de 2020. Com o intuito de manter as atividades escolares, as instituições recorreram a plataformas virtuais, em um modelo de ensino não presencial.

Segundo o SAE Digital (2020), o ensino remoto se distingue da Educação a Distância (EAD) por incluir aulas ao vivo. A proposta consiste em que professores e alunos participem juntos de atividades interativas nos mesmos horários em que as aulas ocorreriam presencialmente, preservando a rotina de sala de aula em um ambiente virtual, acessível a todos a partir de diferentes locais.

Diferentemente do EAD, o ensino remoto preconiza a transmissão em tempo real das aulas. A ideia é que professor e alunos de uma turma tenham interações nos mesmos horários em que as aulas da disciplina ocorreriam no modelo presencial.

Grosso modo, isso significa manter a rotina de sala de aula em um ambiente virtual acessado por cada um de diferentes localidades.

Apesar de terem sido empregados recursos de EAD no ensino remoto, é importante ressaltar a diferença entre eles. O ensino remoto se refere a uma solução temporária para dar continuidade as atividades pedagógicas. Assim, ele não é uma modalidade; mas sim uma forma de minimizar os prejuízos da interrupção das aulas presenciais. Nele, as aulas remotas são realizadas de forma síncrona, com horários e datas definidos. Por outro lado, o ensino a distância consiste em uma modalidade de ensino que permite ao aluno ter a liberdade de acessar as aulas no horário mais adequado à sua rotina. Uma das principais características do ensino à distância é a flexibilidade.

Segundo Horn e Staker (2015), o Ensino Híbrido é uma forma de ensino em que o aluno pode aprender, ao menos em parte, através do ensino online, tendo controle sobre o tempo, local, abordagem e/ou ritmo de aprendizagem, além de parte das atividades serem realizadas em um ambiente físico supervisionado longe de casa. Isso permite que o estudante permaneça conectado ao longo do processo de aprendizagem, proporcionando uma experiência de aprendizagem integrada.

Considerando a flexibilidade proporcionada ao aluno para aprender a qualquer momento, em qualquer lugar, seguindo seu próprio caminho e ritmo, Silva e Sanada (2018) destacam que a Educação Híbrida também possibilita que aqueles que já dominam determinado conteúdo avancem, enquanto aqueles que ainda não o dominam possam se aprofundar nele, a fim de compreendê-lo melhor ou revisá-lo.

No Quadro 1 são apresentadas as diferenças entre as modalidades de ensino – EAD, ensino remoto e ensino híbrido – que, apesar de compartilharem características como a integração de tecnologia e a falta de aulas presenciais convencionais, apresentam características únicas.

Quadro 2. Modalidades de Ensino

EAD	Ensino Remoto	Ensino Híbrido
Aulas são gravada e ficam no sistema.	Aulas com professores on-line e em tempo real no horário de aula presencial.	Aulas on-line por meio de um AVA e presencial em local físico supervisionado.
Um tutor tira as dúvidas.	Interações com professores por ferramentas digitais mesmo após a aula remota.	Interações entre professores e alunos ocorrem tanto através de ferramentas digitais quanto durante as aulas presenciais.
Aulas com conteúdos padronizados.	Material exclusivo feitos por docentes da disciplina.	Materiais elaborados tanto por especialistas quanto pelo professor.
O calendário acadêmico é único.	Calendário próprio e que segue o mesmo planejamento das aulas presenciais.	Calendário próprio.
Testes e avaliações seguem padrões.	Avaliações e testes desenvolvidos pelo seu professor, voltados para a turma.	O estudante se prepara para a aula, realizando tarefas ou autoavaliações que, em geral, atividades on-line. Com isso, o professor pode customizar atividades presenciais segundo as necessidades dos aprendizes.
Aulas padronizadas em todos os cursos.	Materiais dinâmicos e personalizados, desenvolvidos para a disciplina.	Materiais dinâmicos e personalizados, desenvolvidos tanto por especialistas da área quanto pelo professor da disciplina.

Fonte: Amaral e Marcelino (2021) adaptado de Rede de ensino JK, 2020 e Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015

7.1. ENSINO HÍBRIDO

De acordo com Bacich e Moran (2015) a definição de ensino híbrido não se refere apenas a combinação das modalidades presencial e on-line. Nesse modelo de ensino o papel exercido por professores e estudantes sofrem alterações em relação ao modelo tradicional. Nele o foco do processo de ensino-aprendizagem é direcionado ao estudante, colocando-o no centro do processo de ensino-aprendizagem, e retirado do professor, como detentor e transmissor do conhecimento.

O principal objetivo do ensino híbrido é propiciar uma aprendizagem mais ativa, personalizada e motivadora ao estudante, combinando ferramentas e ambientes para potencializar a aprendizagem, enquanto o professor tem o papel de incentivar, mediar e problematizar o processo, unindo o melhor do ensino presencial e on-line.

Como afirmam Horn e Staker (2015), ensino híbrido é qualquer programa de educação formal em que o estudante aprende em parte por meio do ensino on-line, com algum elemento de controle do aluno sobre o tempo, local, modo e/ou ritmo de aprendizagem e em parte em uma localidade física supervisionada, fora de sua residência.

Com base nessa definição pode-se perceber que as modalidades on-line e presencial estão conectadas para oferecer uma experiência de aprendizagem integrada. Segundo Bacich, Tanzi Neto e Trevisani, (2015), a função da tecnologia não é substituir a sala de aula tradicional, mas sim é facilitar e potencializar o ensino abrindo as portas para novas possibilidades de aprendizagem, garantindo que novos recursos sejam empregados de maneira adequada através de uma integração dos aprendizados, favorecendo a personalização da aprendizagem, transformando uma educação padronizada em uma que permita ao aluno aprender no seu ritmo.

MODELOS DE ENSINO HÍBRIDO:

Os modelos de ensino híbrido se organizam de acordo com o esquema apresentado na figura 4.



Fonte: Horn & Staker, 2015

De acordo com Bacich, Tanzi Neto e Trevisani, (2015), alguns modelos de ensino híbrido se apresentam de modo sustentado, mantendo características do ensino tradicional, e outros de modo disruptivo, rompendo totalmente com o ensino tradicional. O modelo que se apresenta de modo sustentado é o de rotação, que abarca métodos como a sala de aula invertida, o laboratório rotacional, a rotação por estações e a rotação individual. Já os modelos que se apresentam de modo disruptivo são o flex, à la carte e o virtual enriquecido.

Nas escolas brasileiras o modelo de ensino híbrido mais utilizado é o de rotação, que segundo Silva e Zilber (2016, p.26) busca a ligação entre o ensino tradicional e on-line, não causando grande ruptura na estrutura organizacional da escola. As características dos métodos empregados no modelo de rotação serão abordadas a seguir.

Sala de Aula Invertida – Representa a inversão total da sala de aula. O estudo da teoria é feito fora da escola, de modo on-line, e o espaço da sala de aula é utilizado para tirar dúvidas e aprofundar o conhecimento (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015).

Laboratório Rotacional - A turma é dividida em dois grupos, onde uma parte realiza atividades on-line no laboratório de informática, de forma individual e autônoma, e a outra permanece com o professor em outro ambiente, podendo ser a própria sala de aula ou outro local de estudo, assim, após certo tempo ocorre a inversão dos grupos. Este modelo não rompe com as propostas que ocorrem em sala de aula, mas usa o ensino *on-line* como uma inovação sustentada para atender melhor aos alunos. (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015).

Rotação por Estações - Consiste na criação de uma espécie de circuito em sala de aula, onde os estudantes divididos em grupos percorrem todas as estações de aprendizagem, onde obrigatoriamente uma delas deve apresentar atividades on-line, nas quais o tema central é trabalhado de diversas maneiras, favorecendo as várias formas de aprendizagem. O papel do professor é auxiliar no protagonismo dos alunos e atuar como mediador, incentivando o trabalho colaborativo e sintetizando as aprendizagens ao final da aula. Esta categoria enquadra-se no tipo sustentado. (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015).

Rotação Individual - Apresenta característica disruptiva, pois os alunos rotacionam em um esquema individual, personalizado. Este modelo é semelhante ao de rotação por estações, mas nela os alunos possuem roteiros personalizados, elaborados pelo professor. Nela os estudantes não precisam passar por todas as estações, somente por aquelas que fazem sentido para sua aprendizagem. Com a rotação individual, o aluno respeita seu ritmo de aprendizagem, suas facilidades e suas necessidades (Horn; Staker, 2015).

Flex – Esse modelo adota uma abordagem disruptiva ao propor uma forma de organização escolar não convencional no Brasil. No modelo Flex, os alunos recebem uma lista de atividades a serem realizadas, com foco no ensino online. O professor está disponível para sanar dúvidas dos alunos, tanto na escola quanto em outro

ambiente, e não há uma divisão por séries ou anos de escolaridade (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015).

À La Carte - Na abordagem *à la carte*, o estudante assume a responsabilidade pela organização de sua rotina de estudos, juntamente com o professor, de acordo com os objetivos a serem alcançados. A aprendizagem personalizada desse modelo analisa cada situação individualmente e pode ocorrer no momento e local mais adequados às necessidades do aluno. Embora um curso/disciplina seja realizado integralmente online, a organização da rotina é construída pelo aluno em conjunto com o professor e ainda há a presença do aluno na escola (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015).

Virtual Enriquecido - Essa modalidade envolve toda a escola. Cada disciplina é estruturada de modo que os alunos realizem atividades tanto presenciais, nos centros de estudo, quanto online. Os estudantes têm a liberdade de comparecer à escola apenas uma vez por semana ou conforme sua necessidade (Bacich; Tanzi Neto; Trevisani, 2015).

7.1.1 Cultura Maker

Tendência no mundo todo, inspirada no movimento “faça você mesmo”, a cultura maker (CM) tem como objetivo propor experiências de aprendizagem mão na massa.

De acordo com De Paula *et al.* (2021), embora o termo não tenha sido proposto para ser explorado nas escolas, a abordagem maker promove o desenvolvimento do trabalho em grupo, habilidades sociais, autonomia, criatividade, uso da tecnologia, além de ampliar a comunicação, o saber se expressar, e apresentar e explorar conteúdos previstos no currículo acadêmico, ou seja, na BNCC (Brasil, 2018).

É perceptível que a cultura maker não influencia apenas nos aprendizados teóricos, não proporciona apenas uma ligação com os assuntos que são ou serão ministrados em sala, mas também provoca uma mudança de postura do aluno, tornando-o mais curioso e apto para questionar, inovar e produzir. Aprimora sua capacidade de percepção, investigação, raciocínio lógico e engenhosidade (Oliveira; Santos; Souza, 2018, pg. 283).

O movimento maker está associado a uma abordagem na qual o aluno assume o papel central na construção do seu conhecimento, ao explorar temas que lhe despertam interesse e prazer. Nessa prática ocorre a valorização da experiência do

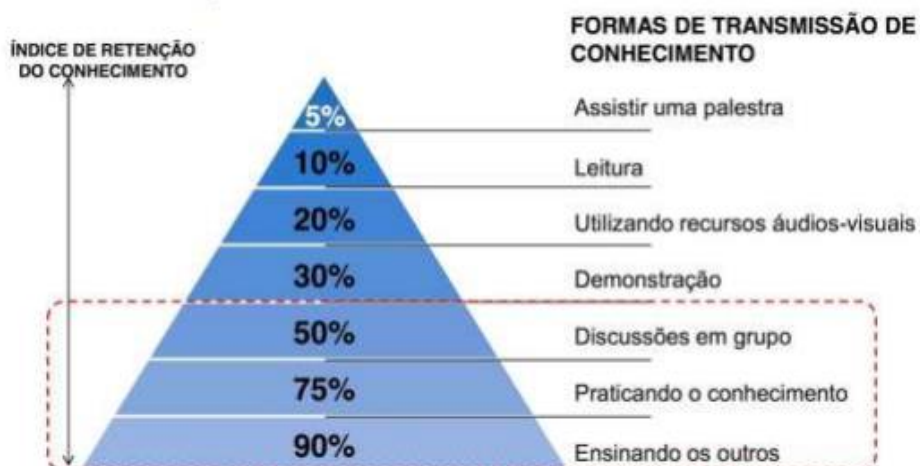
educando, permitindo que ele aprenda com seus erros e acertos, com a satisfação em compreender assuntos e temas do seu próprio interesse que estão relacionados com seu cotidiano (Blikstein, 2013).

As atividades maker nas escolas podem variar desde propostas tecnológicas até práticas manuais. Essas atividades, por exemplo, podem ser estimuladas com a produção de vídeos para as redes sociais, criação de uma horta na escola, criação e impressão de protótipos em uma impressora 3D, produção de maquetes e outros projetos usando materiais recicláveis, desenvolvimento de robôs simples com ferramentas de robótica ou até mesmo a criação de brinquedos ou peças de decoração. Os estudantes são desafiados a imaginar, pesquisar, criar, testar, apresentar e aprimorar suas criações, com autonomia, criatividade e protagonismo, que é o cerne das práticas maker.

Ao introduzir esses conceitos no ambiente escolar cria-se para o aluno um ambiente colaborativo, de construção e compartilhamento de ideias, alinhando teoria à prática. E esse ambiente acontece fora das paredes de sala de aula, em um espaço conhecido como Espaço Maker: um local que possibilita a experimentação e auto expressão, o acertar e o errar, e assim, desperta nos alunos o espírito inventivo e atitude para colocar a mão na massa (Gomes, 2019).

A educação associada ao movimento maker pode ser uma alternativa interessante para aprimorar e compreender os conhecimentos adquiridos pelos estudantes nas aulas expositivas por meio da experimentação, ressalta Brockveld et al. (2017). Para a educação, a ampla exposição a essa prática pode significar processos de aprendizagem que incentivem o trabalho coletivo e a resolução de problemas de forma criativa e empática.

A estas atividades também é associada uma maior taxa de retenção do conhecimento (Magennis; Farrell, 2005), como ilustrado na figura 6.

Figura 5. Pirâmide da Aprendizagem

Fonte: Magennis e Farrell

Ao analisar a pirâmide de aprendizagem, é possível notar a importância do envolvimento ativo do estudante na construção de seu conhecimento, através da experimentação, da troca de ideias em grupo e do ensino aos demais, o índice de retenção do conhecimento se mostra muito mais eficaz. Ao adotar uma postura ativa na construção do conhecimento, o aluno se torna crítico e deixa de ser apenas um espectador passivo. O professor adota uma nova postura, agindo como facilitador do processo de aprendizagem dos alunos e não mais como um mero transmissor de conhecimento.

O ambiente escolar vem se transformando e os métodos, predominantemente tradicionais, não dão mais conta de uma sociedade cada vez mais conectada, em que a tecnologia transcende o lugar, o tempo e o espaço de aprendizagem para além da sala de aula, provocando reflexões que exigem das instituições de ensino uma visão proativa, dinâmica e empreendedora (Raabe, 2018). A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), inclusive, traz em seu texto a necessidade de promover um ensino voltado para realidade dos alunos e para a utilização das tecnologias, para que ele compreenda, utilize e crie tecnologias digitais de informação e comunicação de modo reflexivo, crítico, ético e significativo para a resolução de problemas e construção de conhecimento (Brasil, 2018).

A educação maker apresenta uma abordagem que confronta a educação tradicional, colocando os alunos no centro do processo de ensino-aprendizagem ao incentivá-los a criar objetos e invenções conectados aos fenômenos científicos. Dessa forma, Blikstein (2018), fundamentado em Papert (1980), ratifica o uso das tecnologias como um importante instrumento de emancipação para a construção do conhecimento

do aluno, pois quando esses alunos fazem uso das ferramentas e tecnologias, projetam e criam fundamentos que serão úteis para a vida.

A CM é um movimento que estimula a criatividade, a experimentação e a cooperação, adotando uma metodologia prática e envolvente na criação de objetos e projetos. Esse movimento proporciona oportunidades para que as pessoas se tornem protagonistas, participando ativamente da inovação e da busca por soluções, além de democratizar o acesso a recursos e incentivar a cultura do fazer.

8. PERCURSO METODOLÓGICO

8.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa realizada caracterizou-se como uma pesquisa-ação, na qual a docente pesquisadora atuou como mediadora no processo de aprendizagem. De acordo com Thiollent (1997), a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social baseada em evidências empíricas, que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou a resolução de um problema coletivo, envolvendo os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema de forma cooperativa ou participativa.

A pesquisa-ação compreende uma rotina composta por três ações principais: observar, para reunir informações e construir um cenário; pensar, para explorar, analisar e interpretar os fatos; e agir, implementando e avaliando as ações (STRINGER, 1996).

Barbier (2004), destaca que “não existe pesquisa-ação sem participação coletiva.” Por ser uma pesquisa participativa, a pesquisa-ação estabelece uma estreita relação com a interação entre pesquisador e participante, visto que, unidos por um determinado problema, eles realizam ações coletivas para resolvê-lo.

8.2 PÚBLICO-ALVO

A sequência de atividades foi desenvolvida para ser aplicada em uma turma de 1ª série do ensino médio, no período diurno, formada por alunos de 16 alunos, sendo um deles autista, com idades entre 15 e 16 anos, de uma escola da rede privada, localizada no bairro de Recreio dos Bandeirantes, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro. A turma foi escolhida com base no planejamento anual, onde a temática dos óxidos foi utilizada para abordar assuntos como gases de efeito estufa e mudanças climáticas. As atividades desenvolvidas foram embasadas no ensino híbrido, na modalidade de rotação por estações, onde o referencial teórico adotado para basear a pesquisa foi Bacich, Tanzi Neto e Trevisani, (2015).

8.3 PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES

As atividades foram planejadas para serem desenvolvidas com a turma durante três semanas: na primeira semana, foi apresentado o conceito sobre a teoria dos

óxidos com foco na perspectiva das mudanças climáticas; na segunda semana, a dinâmica de rotação por estações e na terceira semana uma atividade *maker* (Quadro 2).

A rotação por estações, metodologia ativa planejada para segunda semana do planejamento, conta com três momentos essenciais: de interação entre alunos e professor, de trabalho colaborativo e de tecnologia. Para Bacich, Tanzi Neto e Trevisani, (2015), a diversidade de artifícios utilizados nas atividades de rotação por estações favorece a personalização do ensino. O objetivo dessa metodologia é fazer com que os estudantes experimentem diversas formas de aprender um mesmo conteúdo, seja através de vídeos, textos, atividades on-line, trabalho individual ou colaborativo, entendendo que cada indivíduo é único e apresenta o seu próprio estilo de aprendizagem.

Quadro 3. Planejamento das atividades nas aulas distribuídas em 3 semanas.

Semana 1				
Atividade	Objetivos	Tempo de duração	Local de realização	Materiais utilizados
Introdução dos conceitos sobre a teoria dos óxidos com foco na perspectiva das mudanças climáticas.	Compreensão do conteúdo teórico acerca dos óxidos e o modo que os gases de efeito estufa atuam na atmosfera.	3 tempos de aula (150 minutos)	Sala de aula	Quando branco, caneta e livro didático.
Semana 2				
Atividade	Objetivos	Tempo de duração	Local de realização	Materiais utilizados
Apresentação de vídeos mostrando a ação e efeito da intensificação dos GEE no planeta.	Trabalhar o conteúdo de Química relacionado a temática do efeito estufa e mudanças climáticas de variadas formas.	3 tempos de aula (150 minutos)	2 Salas de aula	Vídeos, computador, celulares, garrafa pet, termômetro, vinagre, bicarbonato de sódio,

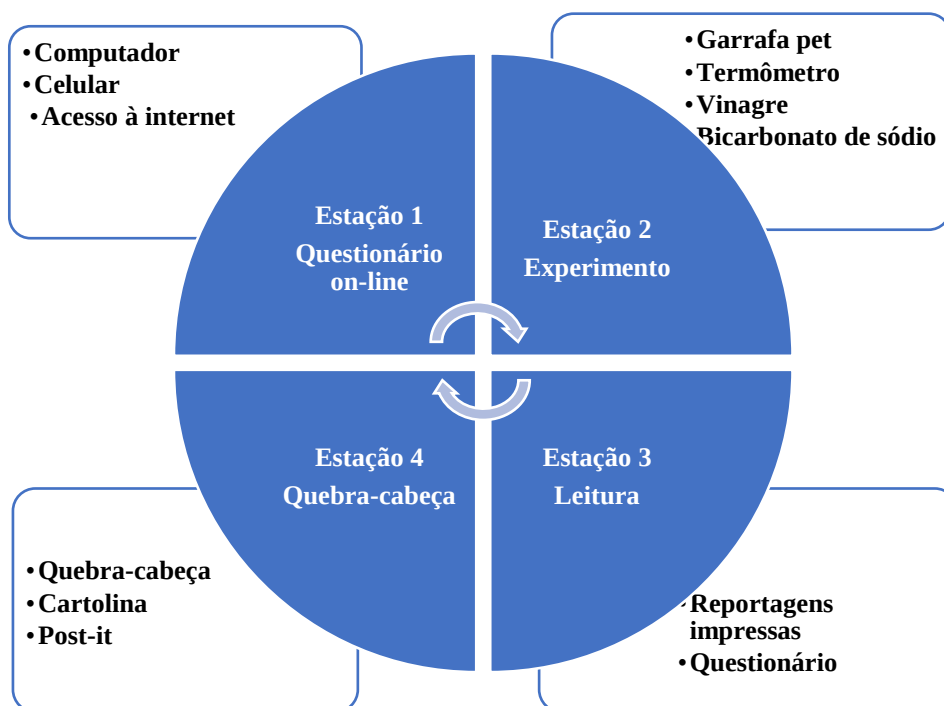
Rotação por Estações.				reportagens e quebra-cabeça.
Semana 3				
Atividade	Objetivos	Tempo de duração	Local de realização	Materiais utilizados
Construção de maquetes com materiais recicláveis.	Estabelecer as interrelações entre o acúmulo dos GEE e os impactos socioambientais. Desenvolver a criatividade e a empatia.	3 tempos de aula (150 minutos)	Sala maker	Materiais recicláveis como papelão, caixas de remédio, palito de picolé, rolo de papel higiênico etc.

Na primeira semana, a proposta foi apresentar aos estudantes a parte teórica dos óxidos, abordando conceitos como definição, classificação e nomenclatura, todos trabalhados com foco na perspectiva das mudanças climáticas. Também foi considerado o uso de questões do livro didático a fim de consolidar o conhecimento teórico.

Na segunda semana, foi adotada a estratégia de apresentar dois vídeos: Como os gases de efeito estufa realmente funcionam? (Minuto da Terra, 2016); A cidade brasileira que será ENGOLIDA pelo mar (Jubilut, 2022). O objetivo foi exemplificar a ação dos GEE no planeta e como os eventos extremos têm nos afetado, a fim de facilitar a compreensão desse tema, além de resgatar a atenção para o assunto abordado na aula anterior.

Além disso, foi proposto um conjunto de atividades em rotação por estações, elaborado para uma aula de 100 minutos. O processo envolveu quatro estações de aprendizagem: os primeiros 20 minutos foram reservados para a apresentação da atividade, seguidos por 60 minutos dedicados à rotação, distribuídos em estações de 15 minutos cada, e os últimos 20 minutos foram dedicados a reforçar os conhecimentos adquiridos durante a aula. Na figura 6 estão apresentadas as estações de aprendizagem e os materiais necessários para a realização de cada uma delas.

Figura 6. Esquema das atividades em rotação por estações.



Estação 1 – Questionário on-line

O objetivo dessa estação foi verificar a compreensão dos estudantes em relação a diversos temas, como óxidos, mudanças climáticas, efeito estufa e ações antrópicas, todos abordados anteriormente em aula. O questionário 1 online foi desenvolvido no aplicativo Socrative e continha um total de 13 perguntas objetivas (apêndice A, pág. 89). Para a realização dessa estação foi necessário ter acesso à internet e a utilização de dispositivos móveis.

Estação 2 – Experimento

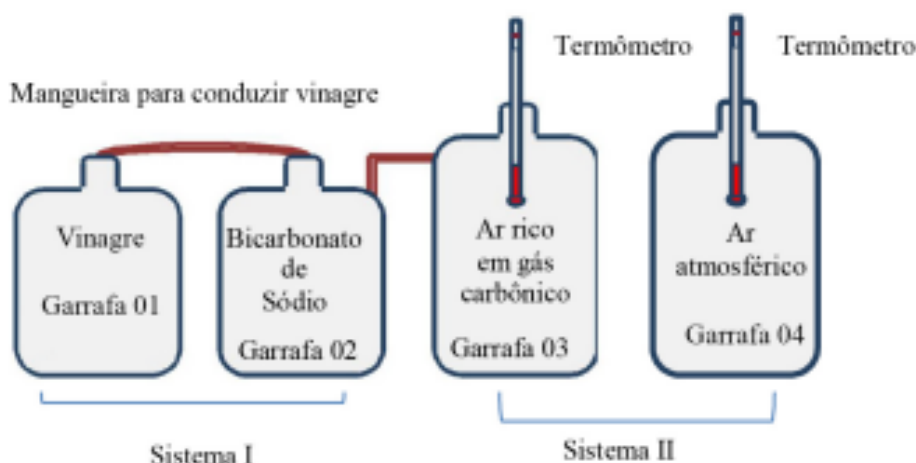
Essa estação teve o objetivo de realizar um experimento sobre os GEE e a construção de um gráfico com base nos dados coletados durante sua execução, relacionando a quantidade de CO₂ na atmosfera com a elevação da temperatura do planeta. O procedimento da atividade experimental fornecido aos alunos e o modelo de gráfico utilizados podem ser acessados no apêndice B, página 93.

Procedimento da atividade experimental realizada na estação 2

Essa parte do procedimento foi preparada previamente, sendo descrita em quatro etapas, de acordo com o experimento proposto por Guimarães e Dorn (2015).

- 1) Numerar as garrafas pet de 500 mL com 1 e 2 e as garrafas de 2 L com 3 e 4.
- 2) Perfurar as tampas das garrafas 3 e 4 o suficiente para a entrada do termômetro e as tampas das garrafas 1 e 2 o necessário para a passagem da mangueira de látex, para montar os sistemas 1 e 2 (Figura 7), em seguida, passar cola quente unindo o termômetro e as mangueiras às tampas.
- 3) Se certificar de que não haja vazamento de gás.
- 4) Furar as garrafas 2 e 3 e interligá-las com uma mangueira de silicone que conduzirá o gás carbônico produzido pela reação entre o bicarbonato de sódio e o vinagre (Figura 7). O bulbo do termômetro deve ficar interno às garrafas.

Figura 7. Esquema do experimento sobre a variação de temperatura versus concentração de CO_2 .



Fonte: Guimarães e Dorn (2015)

A execução do experimento foi elaborada para seguir os passos de 1 a 4 (Fig. 8) e de 5 a 7 (Fig. 9).

- 1) Retirar o máximo que puder o ar da garrafa 3.
- 2) Colocar 100g de bicarbonato de sódio na garrafa 2 e acrescentar 250 mL de vinagre na garrafa 1.
- 3) Virar a garrafa 1 e pressionar lentamente para que o vinagre entre em contato com o bicarbonato de sódio e produza o gás carbônico.
- 4) Efetuar esse procedimento até que a garrafa 3 fique completamente preenchida por CO_2 .

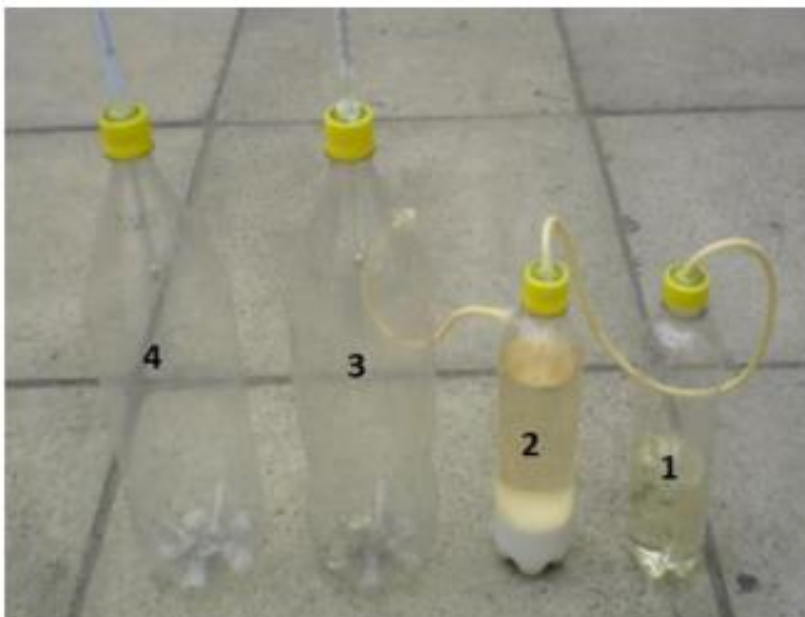
Figura 8. Procedimento experimental das etapas de 1 a 4.



Fonte: Guimarães e Dorn (2015)

- 5) A garrafa 4 deverá ficar preenchida com ar atmosférico à pressão ambiente a qual servirá de parâmetro de comparação da variação de temperatura nos dois sistemas (Figura 9).
- 6) Colocar o sistema sob a luz de uma lâmpada incandescente com uma potência igual ou superior a 100 W e com mesma distância entre as garrafas 3 e 4 e acione um cronômetro.
- 7) Realizar medidas da temperatura dos dois sistemas a cada minuto, lançar os dados obtidos em uma tabela e, em seguida, em um gráfico para comparar a variação de temperatura em cada um dos sistemas.

Figura 9. procedimento experimental das etapas de 5 a 7.



Fonte: Guimarães e Dorn (2015)

Estação 3 – Leitura

Nessa estação, foram introduzidos três textos jornalísticos sobre questões ambientais, relacionando-os com a temática dos óxidos e efeito estufa abordadas em aula: Retrospectiva: em termos climáticos, 2021 foi um ano de extremos (Ambiental Brasil, 2021), Enchentes na Bahia são claro alerta das mudanças climáticas no Brasil, diz cientista (Müzell, 2021) e Aquecimento global causa 37% das mortes por calor no mundo (Observatório do Clima, 2021). Para a realização dessa estação, os textos deveriam ser colocados à disposição dos estudantes para que, em grupo, selecionassem um para responder às questões dispostas no questionário (apêndice C, pág. 94).

Estação 4 – Quebra-Cabeça

O objetivo dessa estação consistia em estabelecer uma relação entre nossas ações, escolhas e os impactos sobre o planeta em que vivemos, permitindo uma reflexão sobre a mudança de postura diante dos problemas ambientais através de uma abordagem crítica. Para a realização dessa atividade, foram desenvolvidos dois quebra-cabeças. Um deles mostrava uma imagem com vários eventos extremos decorrentes do aquecimento global. Enquanto o outro trazia uma mensagem de que ainda é possível fazer algo para mudar a realidade atual.

Depois de finalizar a montagem dos quebra-cabeças, os alunos deveriam registrar suas percepções sobre as imagens em um mural, respondendo à seguinte pergunta: quais os sentimentos, em relação ao futuro, foram despertados em você após a observação das imagens reveladas pelos quebra-cabeças?

Na terceira semana, foi proposta de uma atividade *maker*, na qual os alunos pudessem criar maquetes usando exclusivamente materiais recicláveis. O objetivo foi provocar nos estudantes a expressão de um desafio ambiental causado pela intervenção humana no meio ambiente e, em seguida, sugerissem soluções para esses problemas com base no aprendizado das aulas anteriores.

O material utilizado na realização desta estação se encontra no apêndice D, página 95.

8.4 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Por meio de atividades variadas buscou-se oferecer aos estudantes experiências que mobilizassem conteúdos de diversas tipologias. Para tanto, foram empregados recursos como: questionários, exercícios, observação, criação de gráficos e maquetes, além da produção de textos.

A análise dos dados foi realizada utilizando-se a tipologia de conteúdos de Zabala (1998), que classifica os conteúdos em quatro categorias: conceituais, factuais, procedimentais e atitudinais.

De acordo com Zabala os conteúdos factuais são entendidos como:

(...) o conhecimento de fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e singulares: a idade de uma pessoa a conquista de um território, a localização ou altura de uma montanha, os nomes, os códigos, os axiomas, um fato determinado num determinado momento, etc.” Por muitas vezes esse conteúdo tem caráter arbitrário, portanto não necessitam de uma compreensão, aprende-se pela cópia e memorização. (Zabala, 2010, p.41),

Já um conteúdo procedimental:

(...) é um conjunto de ações ordenadas e com um fim, quer dizer, dirigidas para a realização de um objetivo. São conteúdos procedimentais: ler, desenhar, observar, calcular, classificar, traduzir, recortar, saltar, inferir, espetar, etc.” (Zabala, 1998, p.43)

Ainda de acordo com Zabala, conteúdos conceituais

(...) se referem ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm características comuns, e os princípios se referem às mudanças que produzem num fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos ou situações que normalmente descrevem relações de causa-efeito ou de correlação." (Zabala, p.42, 2010)

E, por fim, os conteúdos atitudinais são aqueles que englobam valores, normas e atitudes. (Zabala, 1998, p.43)

Zabala (1998) destaca que a educação escolar não pode ser restrita a mera transmissão de conteúdos organizadas e estruturados de uma disciplina específica. Segundo o autor, é crucial estabelecer conexões entre os conteúdos para promover o desenvolvimento de habilidades motoras, cognitivas, sociais, emocionais e éticas. Assim, é fundamental reconhecer que "[...] tudo quanto fazemos em aula, por menor que seja, incide em maior ou menor grau, na formação dos nossos alunos" (Zabala, 1998, p. 29).

Zabala (1998) mostra que a diferenciação dos conteúdos de aprendizagem, segundo uma determinada tipologia, possibilita identificar com mais precisão as intenções educativas do docente. Embora o autor destaque que o termo "conteúdos" é geralmente utilizado para se referir aos conhecimentos das disciplinas, ele acredita que conteúdos de aprendizagem são "todos aqueles que possibilitem o desenvolvimento das capacidades motoras, afetivas, de relação interpessoal e de inserção social".

9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira semana foi apresentada aos estudantes a temática dos óxidos, com uma explicação teórica onde foi abordada definição, classificação e nomenclatura dessas substâncias, com destaque para as implicações nas mudanças climáticas. Nessa aula os alunos resolveram exercícios do material didático a fim de reforçar os conhecimentos teóricos adquiridos, além de realizarem atividades que conectavam o aumento dos GEE na atmosfera com o aquecimento global, explorando a influência dos óxidos no meio ambiente, conforme abordado em um dos tópicos do material didático.

Uma questão do livro didático trazia a imagem do planeta Terra e a de um urso polar sobre um fragmento de geleira (Fig. 10) e solicitava a elaboração de um pequeno texto relacionando-a ao efeito estufa. Alguns dos textos produzidos pelos estudantes podem ser encontrados no anexo A página 86.

Figura 10. Imagem do livro didático a partir da qual os estudantes elaboraram seus textos.



Fonte: Usberco, Salvador e Spitaleri (2018)

Na primeira semana foi possível trabalhar com a avaliação de conteúdos factuais proposta por Zabala (1998). Além de resolver os exercícios propostos no material didático, os alunos elaboraram textos relacionando os gases de efeito estufa ao aquecimento global como parte da avaliação desta semana. Os conteúdos factuais são aqueles que dizem respeito ao “conhecimento de fatos, acontecimentos, situações, dados e fenômenos concretos e singulares” (Zabala, 1998).

Na segunda semana, os alunos assistiram a dois vídeos. O vídeo “Como os gases de efeito estufa realmente funcionam?” abordava o modo de ação dos gases de efeito estufa, explicando que nem todos os gases presentes na atmosfera exercem essa função. Para complementar a correlação entre causa e efeito das mudanças do clima, o vídeo “A cidade brasileira que será ENGOLIDA pelo mar” apresentou o impacto dos eventos extremos no planeta. Em seguida, foi promovida uma discussão em grupo para refletir sobre o fenômeno do aquecimento global e o papel da atividade humana nesse contexto também para retomar o foco no assunto abordado na aula anterior.

Em seguida, a sala foi organizada espacialmente, com a disposição adequada do mobiliário e dos materiais, de modo a facilitar a realização de cada atividade no modelo de rotação por estações. Após isso, os alunos receberam as orientações sobre como funcionariam as atividades em rotação.

Estação Questionário

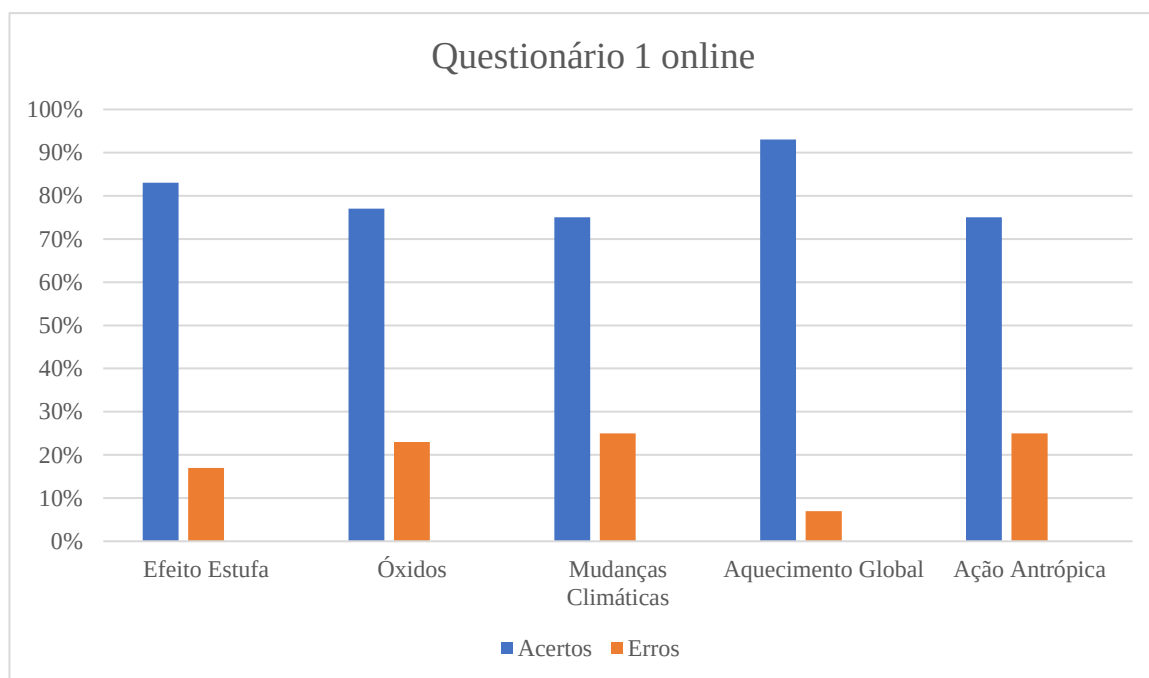
Com o intuito de avaliar o conhecimento dos alunos sobre a temática dos óxidos, efeito estufa, mudanças climáticas e ações antrópicas, todos previamente discutidos em sala de aula, foi proposto o questionário 1 on-line por meio do aplicativo Socrative², contendo 13 questões objetivas. Destas, 3 visavam avaliar o entendimento teórico acerca dos óxidos, 3 avaliar o conhecimento sobre o efeito estufa, 2 sobre as mudanças climáticas, 3 sobre o aquecimento global e 2 sobre o impacto das ações antrópicas no planeta.

A finalidade dessa estação era acompanhar o progresso da aprendizagem de maneira individual. No entanto, devido à falta de conexão com a internet de alguns alunos durante a atividade, eles precisaram realizar a tarefa em dupla. Um total de 16 alunos completaram o questionário, entretanto o número de dispositivos móveis disponíveis era de apenas 10.

Com base nas respostas dos estudantes, observou-se que o percentual de acertos foi superior a 70% em todas as questões (Fig. 11). Pode-se inferir que os alunos assimilaram bem o conteúdo abordado em sala de aula.

² Socrative é uma plataforma online que permite a realização de testes. Disponível em: socrative.com

Figura 11. Percentual de acertos e erros dos alunos a partir do questionário 1 contendo perguntas sobre: efeito estufa; óxidos; mudanças climáticas e aquecimento global; ação antrópica. Os acertos foram superiores a 70%.



Fonte: Desenvolvido pela autora

Existem diversos recursos disponíveis para se incorporar as tecnologias digitais na prática educacional. É responsabilidade do professor fazer uma seleção criteriosa desses recursos, escolhendo aqueles que melhor se adequam à sua metodologia, considerando as necessidades dos alunos e a complexidade dos conteúdos. Para realizar com êxito a integração das tecnologias digitais no ensino, é fundamental que o professor tenha clareza sobre seus objetivos e planeje atividades educativas diversas para alcançá-los, conforme apontado por Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015).

Portanto, não se trata apenas o uso pelo uso, mas sim com intencionalidade. As ferramentas digitais representam um desafio para as escolas se renovarem, deixando para trás o modelo de ensino tradicional, centrado no professor, e adotando práticas que estimulem a aprendizagem ativa, participativa e integrada, mesclando encontros presenciais com atividades a distância (Morán; Masetto; Behrens; 2013).

Nesta estação foi possível trabalhar com a avaliação de conteúdos factuais e conceituais, proposta por Zabala (1998). O aprendizado de conteúdos factuais, refere-se ao conhecimento de fatos, acontecimentos, dados e fenômenos, exigindo, para sua compreensão, a prática de memorização. Por outro lado, os conteúdos conceituais estão associados aos próprios conceitos, envolvendo um conjunto de fatos, objetivos

ou símbolos com características comuns que descrevem relações de causa e efeito ou correlação (Zabala, 1998).

Estação Experimento

A fim de exercitar a construção de gráficos, os estudantes coletaram dados durante a realização do experimento que relacionava a elevação da temperatura do planeta com o aumento da concentração de CO_2 na atmosfera (Fig. 12).

Figura 12. Alunos realizando o experimento que relacionou a variação da temperatura do sistema com a variação da concentração de CO_2 .

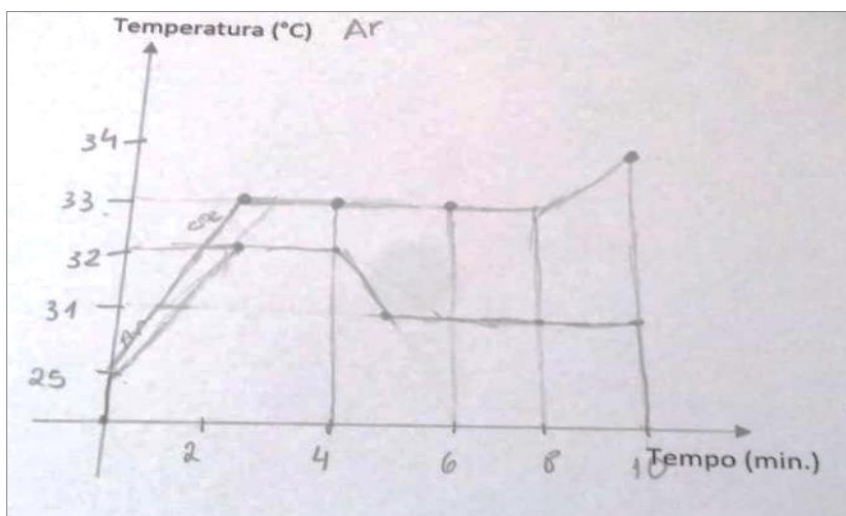


Fonte: Arquivo da autora

Ao final da atividade, os grupos (1 a 4) construíram os gráficos temperatura ($^{\circ}\text{C}$) versus tempo de reação (min) a partir dos dados obtidos pela medição da temperatura da garrafa contendo somente o ar atmosférico e da garrafa com saturação de CO_2 (Figs. 13 a 16).

O grupo 1 apesar de ter ilustrado as relações entre os pontos de medição relacionados ao tempo e à temperatura no gráfico, não especificou qual substância correspondia a cada curva.

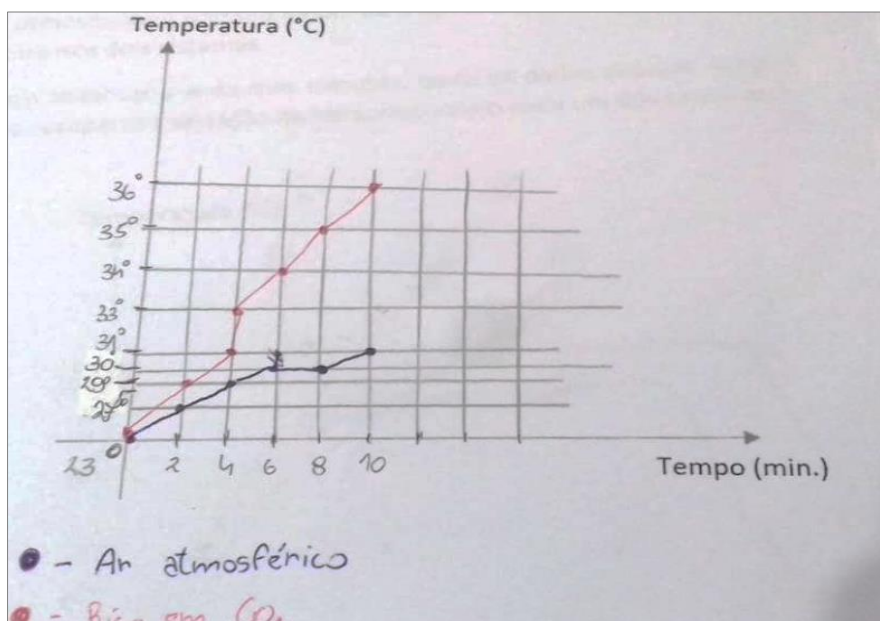
Figura 13. Gráfico temperatura (°C) x tempo (min) elaborado pelo grupo 1. Os estudantes demonstraram as conexões entre os pontos de medição relacionados ao tempo e à temperatura



Fonte: Arquivo da autora

O grupo 2 se destacou ao elaborar um gráfico mais detalhado. No entanto, iniciaram o registro das temperaturas a partir de zero. Destacaram as correlações entre tempo e temperatura apresentadas na ilustração gráfica. O grupo escolheu utilizar cores distintas para diferenciar os sistemas estudados, ressaltando a relação entre o aumento da temperatura e a concentração de gás carbônico no ambiente.

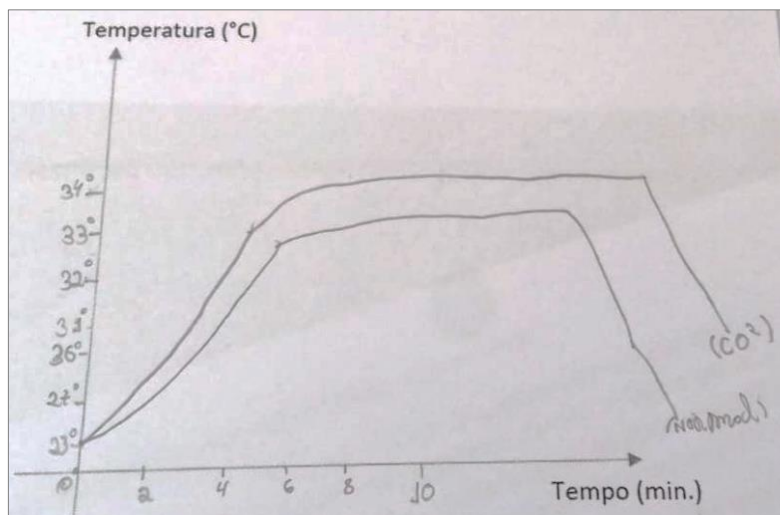
Figura 14. Gráfico temperatura (°C) x tempo (min) elaborado pelo grupo 2. Observa-se aqui um maior detalhamento na representação gráfica dos dados.



Fonte: Arquivo da autora

Embora o grupo 3 tenha evidenciado que a temperatura no ambiente com alta concentração de gás carbônico foi superior àquela do ambiente atmosférico, não estabeleceu qualquer relação entre as curvas que conectam os pontos de medição referentes ao tempo e à temperatura no gráfico.

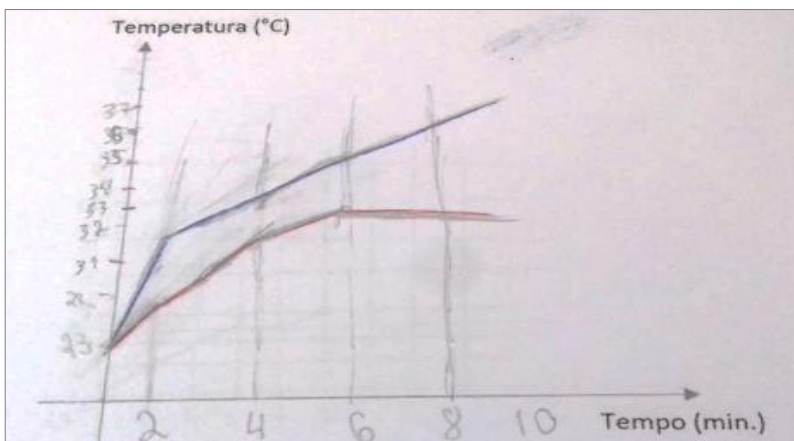
Figura 15. Gráfico temperatura ($^{\circ}\text{C}$) x tempo (min) elaborado pelo grupo 3. Os alunos não representaram as linhas que ligam os pontos de medição correspondentes ao tempo e à temperatura.



Fonte: Arquivo da autora

O grupo 4 não representou as conexões entre os pontos de medição que se referem ao tempo e à temperatura no gráfico. No entanto, eles conseguiram diferenciar os sistemas analisados através do uso de cores distintas, ainda que não tenham indicado claramente no gráfico qual substância correspondia a cada cor.

Figura 16. Gráfico temperatura ($^{\circ}\text{C}$) x tempo (min) elaborado pelo grupo 4. Os alunos utilizaram cores diferentes para representar o comportamento de cada sistema.



Fonte: Arquivo da autora.

Pela análise dos resultados dos gráficos produzidos pelos alunos, observa-se, que, de forma geral, todos os grupos foram capazes de se apropriar corretamente do procedimento de medição da temperatura ao longo do tempo de aquecimento de cada uma das garrafas. Em todos os gráficos fica explícito que um sistema apresentou maior elevação de temperatura em comparação com o outro sistema.

Foi também observada uma variação nos resultados obtidos, derivada das diferentes abordagens adotadas pelos alunos durante a atividade. Esta atividade consistia na produção de gás carbônico a partir da reação entre vinagre e bicarbonato de sódio. O gás produzido deveria ser coletado em uma garrafa que funcionaria como o sistema em análise. Enquanto alguns grupos registraram os dados após a garrafa ter se enchido de CO_2 , outros continuaram adicionando vinagre ao bicarbonato ao longo da experiência, resultando na produção contínua de dióxido de carbono durante todo o processo.

Diante do desafio identificado, observou-se que a disponibilização de papel milimetrado poderia ter facilitado a tarefa, e instruir os alunos a seguir o roteiro experimental de forma mais precisa também poderia ter reduzido a variedade de resultados obtidos.

No contexto do ensino híbrido, a realização de experimentos não se limita a uma simples observação ou reprodução de resultados. Este modelo transforma o aluno em um participante ativo da investigação. Essa participação ativa no experimento enriquece o aprendizado, já que o aluno não é apenas um receptor de dados; ele se transforma em alguém que cria, testa e valida suas próprias ideias. O ensino híbrido é a aprendizagem baseada em competências e centrada no estudante, desenvolvendo assim um sentido de atuação e propriedade no processo de conduzir sua aprendizagem, como destacam Horn e Staker (2015).

A habilidade de construir e analisar gráficos é fundamental para os estudantes da educação básica, por diversas razões: compreensão de dados, capacidade de interpretação, pensamento crítico, preparação para situações do mundo real e integração de diferentes disciplinas. A realização dessa atividade prática promoveu a conexão entre as disciplinas das áreas de Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias, por meio das seguintes habilidades:

(EM13MAT101) Interpretar situações econômicas, sociais e das Ciências da Natureza que envolvem a variação de duas grandezas, pela análise dos

gráficos das funções representadas e das taxas de variação com ou sem apoio das tecnologias digitais (BRASIL, 2018).

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BRASIL, 2018).

A transversalidade dos temas ambientais propicia a conexão entre diferentes campos do saber, facilitando a integração do conhecimento teórico com os desafios do mundo real. Essa abordagem permite uma visão integrada das diversas áreas de conhecimento, permitindo uma compreensão não só dos aspectos científicos e técnicos, mas também dos fatores sociais, econômicos, políticos e culturais.

Nesta estação foi possível trabalhar com a avaliação de conteúdos procedimentais, como a observação e elaboração de gráficos. Segundo Zabala (1998), os conteúdos procedimentais “incluem entre outras coisas as regras, as técnicas, os métodos, as destrezas ou habilidades, as estratégias, os procedimentos” (Zabala, 1998, p. 44). Alguns exemplos de conteúdos procedimentais são: leitura, desenho, observação, cálculo, classificação, tradução, saltos, inferências, criação de gráficos e tabelas, proposição de estratégias para resolver problemas, entre outros.

Segundo Zabala (1998), é essencial começar a trabalhar com conteúdos procedimentais a partir de situações que tenham significado, de modo que os estudantes possam atribuir sentido aos conhecimentos adquiridos.

Estação Leitura

Com o objetivo de discutir questões socioambientais a partir de textos jornalísticos, foram disponibilizadas aos estudantes 3 reportagens que tratavam das Mudanças Climáticas e seus efeitos no planeta e, após a leitura, eles responderam ao questionário 2 (apêndice C, pág. 88) que relacionava as questões ambientais com o conteúdo de óxidos discutido em sala (Fig. 17).

Figura 17. Alunos durante a atividade da estação leitura de textos jornalísticos e debate.



Fonte: Arquivo da autora

Após a análise das reportagens, os alunos trabalharam de modo colaborativo para responder às perguntas descritas a seguir.

- 1) Qual é o problema climático retratado no texto?
- 2) Cite 2 impactos ambientais causados por esse problema climático.
- 3) Como a ação humana pode potencializar os prejuízos causados pelos fenômenos naturais citados nas reportagens?
- 4) Sugira uma medida de redução desse impacto.

Os grupos 1, 2 e 3 escolheram, para a realização da tarefa proposta na estação leitura, a reportagem intitulada **“Enchentes na Bahia são claro alerta das mudanças climáticas no Brasil”**.

Respostas apresentadas pelo grupo 1
1 – “Aumento das chuvas”.
2 – “Enchentes e aumento da temperatura”.
3 – “Lançando CO ₂ na atmosfera através dos veículos e das indústrias”.
4 – “Evitar o uso de automóveis e utilizar de motos elétricas, bicicletas, skates, entre outros”.

Respostas apresentadas pelo grupo 2
1 – <i>“As chuvas fortes”.</i>
2 – <i>“Enchentes e aumento da temperatura”.</i>
3 – <i>“Jogando lixo na rua e emitindo CO₂ na atmosfera por meio de veículos”.</i>
4 – <i>“Utilização de carros elétricos”.</i>

Respostas apresentadas pelo grupo 3
1 – <i>“As enchentes”.</i>
2 – <i>“Inundação e poluição”.</i>
3 – <i>“As pessoas jogam lixo na rua o que faz entupir bueiros nas ruas, fazendo com que aconteçam alagamentos quando chove. A poluição produzida pelo ser humano aumenta a concentração de CO₂ na atmosfera, desregula eventos climáticos, fazendo com que a chuva, por exemplo, deixe cidades debaixo d’água”.</i>
4 – <i>“Não jogar lixo na rua, reciclar, diminuir o uso das fábricas e conscientizar o máximo de pessoas sobre o tema”.</i>

Já o grupo 4 escolheu realizar a leitura da reportagem **“Retrospectiva: em termos climáticos, 2021 foi um ano de extremos”**.

Respostadas apresentadas pelo grupo 4
1 – <i>“O aumento da temperatura da Terra decorrente das mudanças climáticas”.</i>
2 – <i>“O derretimento das calotas polares, enchentes fora do comum e incêndios florestais”.</i>
3 – <i>“Pelo desmatamento e poluição por parte das indústrias”.</i>
4 – <i>“Preservação das florestas, uso de energias renováveis e redução dos gases de efeito estufa”.</i>

O objetivo desta estação era promover a aprendizagem colaborativa, onde os estudantes, por meio da leitura de textos sobre questões ambientais atuais, deveriam debater o tema e juntos responderem o questionário 2.

A dinâmica de rotação por estações proporciona momentos tanto de aprendizado individual quanto colaborativo. De acordo com Bacich, Tanzi Neto e Trevisani (2015), é importante valorizar tanto os momentos em que os estudantes possam trabalhar de forma colaborativa quanto aqueles em que possam fazê-lo individualmente.

Nas estações de aprendizagem colaborativa, os estudantes são incentivados a interagir e colaborar uns com os outros, desenvolvendo habilidades sociais cruciais, como o trabalho em equipe, a comunicação eficaz e a resolução colaborativa de problemas. Além disso, o aprendizado em grupo abre espaço para diferentes perspectivas sobre o conteúdo, o que estimula uma compreensão mais aprofundada e uma maior retenção do conhecimento.

Nesta estação, foi trabalhada a avaliação de conteúdos conceituais, os quais referem-se àquelas situações em que a assimilação de conceitos deve se apresentar de modo mais significativo possível, estimulando um verdadeiro processo de elaboração e construção pessoal do conceito. Nessa abordagem, o aluno adquire a habilidade de interpretar, compreender e expor conceitos de maneira relevante (Zabala, 1998). Também foram avaliados conteúdos procedimentais, como leitura e proposição de estratégias para resolver problemas.

Estação Quebra-Cabeça

Com o objetivo de conscientizar os estudantes da educação básica sobre como as ações humanas afetam o planeta, os grupos montaram os quebra-cabeças (Figs. 18 e 19) enquanto discutiam sobre o sentido das imagens que iam se formando (Fig. 20).

Figura 18. Quebra-cabeça utilizado na realização da atividade proposta pela estação.



Fonte: Arquivo da autora

Figura 19. Quebra-cabeça utilizado na realização da atividade proposta pela estação.



Fonte: Arquivo da autora

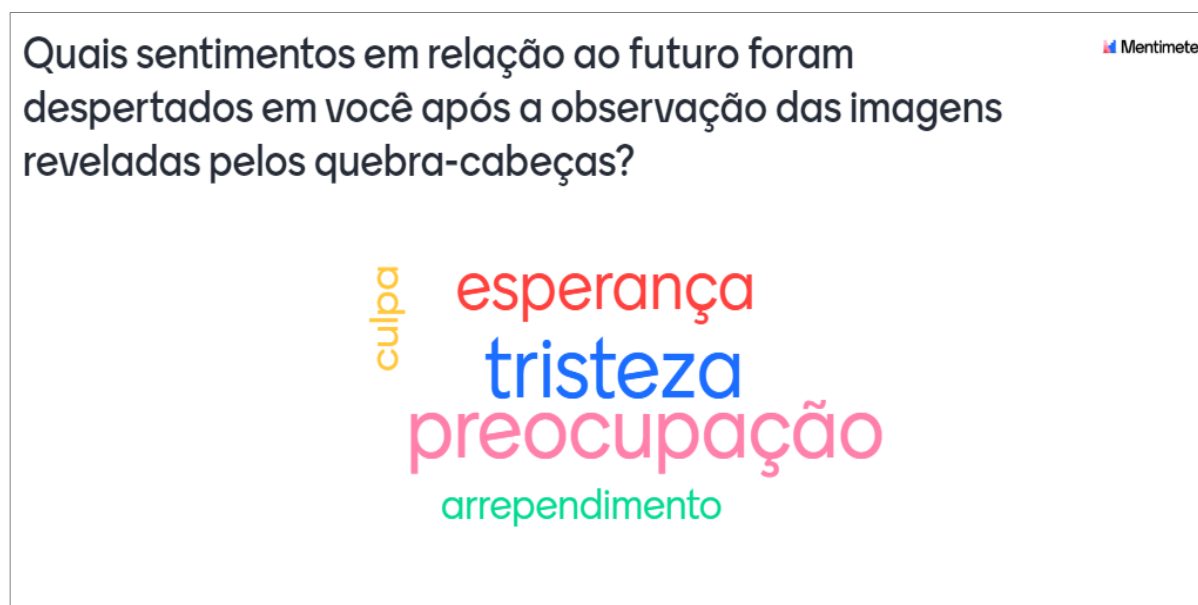
Figura 20. Alunos durante a estação quebra-cabeças. Por meio da montagem do jogo, eles foram levados a refletir sobre as causas e efeitos da ação antrópica sobre o meio ambiente.



Fonte: Arquivo da autora

Após a atividade, utilizando-se o aplicativo Mentimeter, foi solicitado que os alunos criassem uma nuvem de palavras (Fig.21) para expressar suas percepções em relação às questões ambientais retratadas nos quebra-cabeças.

Figura 21. Nuvem de palavras criadas pelos alunos por meio do Mentimeter, após a estação quebra-cabeças. Apesar da tristeza e da preocupação, os alunos têm esperança em relação ao futuro.



Fonte: Arquivo da autora

Segundo Loureiro (2009), existe uma preocupação em estimular a formação de valores e mentalidades que visem a construção de uma sociedade fundamentada em novos valores civilizacionais. Assim, torna-se crucial a conscientização e a mudança de postura perante os desafios ambientais, mostrando dessa maneira a importância dos conteúdos atitudinais na esfera ambiental.

Ao desenvolver atividades que envolvem conteúdos atitudinais, é possível estimular o aluno a refletir sobre sua postura em relação ao mundo, reavaliar seus princípios e sua ação na sociedade. A aprendizagem de conteúdos atitudinais relaciona-se com um conhecimento que implica a análise dos fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, um envolvimento afetivo e uma avaliação da própria atuação do sujeito (Zabala, 1998).

Após a conclusão das atividades propostas nas estações foi realizada uma roda de conversa a fim de verificar os aprendizados adquiridos. Neste momento, os alunos compartilharam as dificuldades que encontraram ao realizar algumas tarefas sugeridas, e também aproveitaram para esclarecer dúvidas sobre os assuntos discutidos durante a realização da atividade.

Durante as atividades práticas e colaborativas propostas nas estações experimento e quebra-cabeça, o estudante autista demonstrou um grande engajamento. Ele participou de forma ativa na realização do experimento, na coleta de dados e na montagem do quebra-cabeça, oferecendo uma contribuição importante para a finalização da atividade. A inclusão desse aluno na turma já estava bem consolidada, uma vez que eles estudavam juntos há alguns anos. Essa integração faz com que o aprendizado compartilhado vá além do conteúdo curricular, envolvendo também a construção de valores como o respeito à diversidade e a colaboração.

A educação dialógica proposta por Paulo Freire (2017) enfatiza a importância da interação como um dos pilares essenciais, norteando a teoria desenvolvida pelo educador, que promovia um método de ensino fundamentado em uma pedagogia problematizadora.

Ensinar implica em uma troca mútua, pois segundo Freire (1996), "ensinar não é apenas transmitir conhecimento, mas criar as condições para a sua produção ou construção [...]. Aquele que ensina aprende durante o ensino e quem aprende ensina ao aprender". Logo, a prática pedagógica só se realiza plenamente quando professor e aluno aprendem um com o outro, em uma relação de diálogo e conscientização. Dessa forma, enquanto educa, o professor deve incentivar o aluno a questionar as

situações que vivencia, estimulando sua capacidade de investigar as relações estabelecidas e dinamizando o ambiente acadêmico, formando assim alunos ativos e críticos.

Atividade *maker*

Na terceira semana, os estudantes foram desafiados a criar uma maquete utilizando apenas materiais recicláveis. Cada grupo deveria representar uma cidade imaginária com vários desafios ambientais. O objetivo final da tarefa era que os alunos propusessem soluções para tais problemas, com base nas reflexões e discussões feitas durante as atividades em sala de aula.

As soluções propostas pelos estudantes para os problemas ambientais, como a intensificação dos gases de efeito estufa na atmosfera, o desmatamento das florestas, a produção de lixo e as queimadas, foram apresentadas por meio de textos (anexo B, pág. 87). As percepções dos grupos em relação aos temas foram expressas em modelos tridimensionais com o uso de material reaproveitado (Figs. 22 a 25).

O primeiro grupo desenvolveu uma maquete que retrata a questão do aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera, decorrente das atividades industriais e das emissões geradas pelos automóveis.

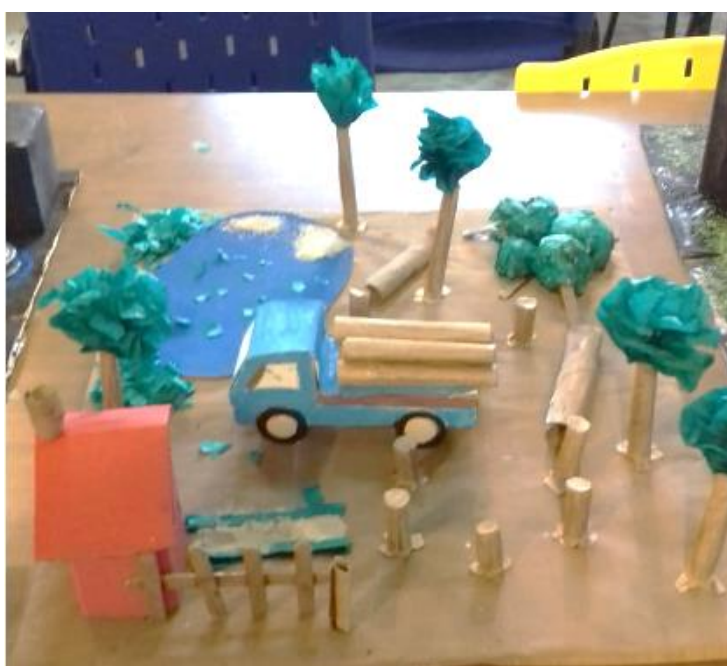
Figura 22. Maquete desenvolvida pelo grupo 1 representando a intensificação de GEE na atmosfera decorrente das atividades industriais e da emissão de gases pelos meios de transporte rodoviários.



Fonte: Arquivo da autora

O segundo grupo, em sua maquete, abordou o tema do desmatamento das florestas, relacionado ao fornecimento de matéria-prima para a indústria madeireira. No grupo, havia um aluno autista que, com o auxílio da sua mediadora, criou o carrinho apresentado na figura 23. Durante essa atividade, o aluno demonstrou uma participação bastante ativa e colaborativa, contribuindo efetivamente com seu grupo para cumprir a tarefa, além de expressar sua criatividade através da confecção de objetos manuais.

Figura 23. Maquete desenvolvida pelo grupo 2 representando o desmatamento das florestas para abastecer a indústria madeireira dentre outros fatores.



Fonte: Arquivo da autora

O terceiro grupo apresentou, por meio de sua maquete, o problema do descarte inadequado de resíduos sólidos nas áreas urbanas.

Figura 24. Maquete desenvolvida pelo grupo 3 representando o descarte incorreto de resíduos sólidos nas cidades.



Fonte: Arquivo da autora

Por último, o quarto grupo concentrou sua maquete nas queimadas e nos efeitos que elas causam na fauna, que muitas vezes acaba buscando abrigo nas cidades.

Figura 25. Maquete desenvolvida pelo grupo 4 representando as queimadas e seus impactos junto à fauna que, muitas vezes, busca refúgio nas cidades.



Fonte: Arquivo da autora

De acordo com Paulo Freire (1967):

A partir das relações do homem com a realidade, resultantes de estar com ela e de estar nela, pelos atos de criação, recriação e decisão, vai ele dinamizando o seu mundo. Vai dominando a realidade. Vai humanizando-a. Vai acrescentando a ela algo de que ele mesmo é o fazedor. Vai temporalizando os espaços do homem com o mundo e do homem com os homens, desafiado e respondendo ao desafio, alterando, criando, que não permite a imobilidade, a não ser em termos de relativa preponderância, nem das sociedades nem das culturas. E, na medida em que cria, recria e decide, vão se conformando as épocas históricas. É também criando, recriando e decidindo que o homem deve participar destas épocas (Freire, 1967, p. 43).

Freire (2001), defende que a atividade educativa estimule a liberdade e a autonomia do aluno, possibilitando-lhe a reflexão sobre sua relação com o mundo, consigo mesmo e com os outros; uma interação que permita o diálogo e a reflexão crítica, moldando um sujeito consciente, ético e engajado.

A educação associada ao movimento maker pode ser uma alternativa interessante para aprimorar e compreender os conhecimentos adquiridos pelos estudantes nas aulas expositivas por meio da experimentação, ressalta Brockveld, Silva e Teixeira (2018).

Nas escolas a cultura *maker* pode ser aplicada incentivando a vivência, o compartilhamento, a criação e a experimentação. Seu foco é fazer com que os estudantes aprendam colocando a mão na massa e compartilhem suas ideias, ao colaborar ativamente no processo de produção. A abordagem da cultura *maker* favorece a participação dos alunos, estimulando sua interação e promovendo aprendizado prático.

A cultura maker, com sua ênfase em criatividade, aprendizado em grupo e acesso facilitado, mostra-se como uma ferramenta eficaz na promoção da inclusão e diversidade, possibilitando a todos participar da elaboração de soluções para os desafios contemporâneos. A maquete elaborada pelo segundo grupo contou com a valiosa colaboração de um aluno autista, que pôde contribuir ativamente com a realização da tarefa conjunta do grupo, ao pintar, recortar e interagir significativamente com seus colegas.

Através dessa atividade foram avaliados conteúdos atitudinais e procedimentais. Zabala (1998) ressalta que os conteúdos atitudinais preveem a reflexão sobre situações do cotidiano, com a finalidade de formar cidadãos dotados de valores e posturas em frente ao cenário científico. E para que os alunos aprendam conteúdos procedimentais, é importante incentivar a realização de ações, estimular a

autonomia dos estudantes para que consigam avaliar diferentes situações, propor exercícios que desenvolvam suas habilidades e estabelecer uma ligação entre os conteúdos e a realidade dos alunos, de forma a tornar o aprendizado significativo (Zabala, 1998).

A atividade de rotação por estações associada a atividades maker representa uma abordagem pedagógica dinâmica e interativa, proporcionando uma variedade de vantagens tanto para o aprendizado individual dos estudantes quanto para a promoção de habilidades coletivas. Quando ligada ao tema das mudanças climáticas, essa metodologia mostra-se especialmente eficaz na construção de uma compreensão aprofundada e relevante sobre o problema ambiental e suas repercussões, enquanto também fomenta competências sociais e cognitivas.

Entre os benefícios individuais desse método, podemos destacar o aumento do engajamento, a personalização do aprendizado, a evolução de habilidades críticas e a conscientização ambiental. Já entre os benefícios coletivos, ressaltam-se o trabalho em equipe e a colaboração, a ampliação de perspectivas, o desenvolvimento da empatia e da responsabilidade social, além do fortalecimento da capacidade de resolução de problemas.

Ao revisitar a pergunta de pesquisa que investiga de que maneira o redimensionamento do espaço da sala de aula, por meio de um modelo de ensino híbrido, pode favorecer tanto a aprendizagem colaborativa quanto a individual em tópicos de Química relacionados às Mudanças Climáticas, verificou-se que a atividade de rotação por estações, quando aplicada ao tema das mudanças climáticas, oferece um aprendizado dinâmico e diversificado que beneficia tanto o desenvolvimento individual dos alunos quanto a construção de competências coletivas. Ao desenvolverem habilidades de reflexão crítica, autonomia e conscientização ambiental, os alunos não só aprimoram sua capacidade de trabalhar em grupo, como também aprendem a respeitar diferentes opiniões e a colaborar na busca de soluções para os desafios globais. Assim, essa abordagem não apenas auxilia na compreensão acadêmica das mudanças climáticas, mas também capacita os alunos a se tornarem cidadãos mais responsáveis e envolvidos na preservação do planeta.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação propôs-se a desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência didática centrada no tema Mudanças Climáticas em uma turma da primeira série do ensino médio. A fim de atingir esse objetivo, foram implementadas metodologias ativas direcionadas ao ensino híbrido, como a rotação por estações, além da criação de modelos tridimensionais com base na cultura maker. Todas as atividades foram fundamentadas na temática dos óxidos, abordando questões ambientais como o efeito estufa, o aquecimento global e as mudanças climáticas.

Por meio da abordagem da temática dos óxidos, os estudantes puderam compreender a relação entre matéria e energia e seu impacto no fenômeno do efeito estufa na atmosfera. Através de discussões realizadas em sala e da produção de textos os alunos evidenciaram a importância do efeito estufa na manutenção de uma temperatura equilibrada na Terra, reconhecendo que atividades humanas podem amplificá-lo, levando a questões como o aquecimento global.

A fim de reforçar de maneira significativa a aprendizagem teórica e estabelecer conexões com as situações cotidianas dos alunos, foram trabalhadas a criação e a interpretação de gráficos por meio de um experimento que explorava a relação entre gases de efeito estufa e o aumento da temperatura global. A dificuldade apresentada pelos alunos na elaboração de gráficos a partir dos dados obtidos durante a realização do experimento ficou evidenciada com os resultados apresentados. Essa experiência ressaltou a importância de implementar mais atividades dessa natureza, pois os gráficos servem como ferramentas visuais poderosas que facilitam a compreensão e simplificam a comunicação de informações complexas.

O embasamento teórico referente aos óxidos mostrou-se extremamente importante na elaboração dos argumentos dos alunos sobre como as ações humanas afetam o planeta. Utilizando os conhecimentos adquiridos, eles conseguiram refletir de maneira crítica sobre o impacto da atividade humana no meio ambiente e propuseram soluções para reduzir esses efeitos. Destacaram a importância de conscientizar a sociedade sobre a necessidade urgente de minimizar tais interferências, visando preservar os ciclos naturais e garantir um ambiente saudável para as próximas gerações. A habilidade crítica dos alunos está diretamente ligada à assimilação do conhecimento; assim, ao investigar as mudanças climáticas por meio

do estudo dos óxidos, eles puderam desenvolver seus próprios argumentos sobre o assunto.

A elaboração de modelos tridimensionais que destacaram questões socioambientais relacionadas às mudanças climáticas mostrou-se bastante eficaz na promoção da participação ativa dos alunos. Além disso, essa abordagem permitiu a inclusão de um estudante autista nas atividades, evidenciando o potencial das metodologias ativas para favorecer a aprendizagem inclusiva. Para apresentar soluções para os problemas ambientais identificados, os estudantes redigiram textos propondo medidas de mitigação. A progressão na escrita e no uso de terminologia científica foi claramente perceptível em reação ao texto produzido na primeira semana ficando evidenciada a visão crítica em relação à ação humana sobre as mudanças climáticas.

Com o olhar voltado para o futuro e reconhecendo o potencial inclusivo das atividades maker, almeja-se criar um material que propicie uma participação ampliada de alunos com necessidades especiais. A ideia é, por meio da execução de projetos que incentivem o trabalho colaborativo, facilitar uma interação mais enriquecedora entre estudantes com e sem deficiência. Essa estratégia visa transcender o aprendizado puramente teórico, priorizando uma educação que respeite a diversidade e estimule o desenvolvimento de habilidades sociais fundamentais, como tolerância e empatia.

REFERÊNCIAS

Aquecimento global causa 37% das mortes por calor no mundo, diz estudo. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/aquecimento-global-causa-37-das-mortes-por-calor-no-mundo-diz-estudo/>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

BACICH, L; NETO, A. T; DE MELLO TREVISANI, F. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação.** Penso Editora, 2015.

BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico prática. Porto Alegre: Penso, 2018

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC, 2018 Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>_Acesso em: julho 2021.

_____. **Ministério da Educação e do Desporto.** Lei nº 9795/99. Brasília, DF, 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>Acesso em: agosto 2021.

_____. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).** Perguntas Frequentes. [Online]. Disponível em:<<http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=9^>> Acesso em: julho 2021.

BARBIER, René .Apesquisa-ação. Brasília: Liber Livro, 2004.

BLIKSTEIN, Paulo. **Digital fabrication and ‘making’ in education: The democratization of invention.** FabLabs: Of machines, makers and inventors, v. 4, 2013

BROCKVELD, M. V. K., SILVA, M. R., & TEIXEIRA, C. S. (2018) **A cultura maker em prol da inovação nos sistemas educacionais. Educação fora da caixa: tendências internacionais e perspectivas sobre a inovação na educação.** Clarissa Stefani Teixeira, Márcio Vieira de Souza (Orgs.). São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 4, 55 -66.

CRETON, J. C. **Conceitos Físicos Envolvidos na Temática do Aquecimento Global na Perspectiva CTS: Uma Proposta de Material Paradidático.** [s. l.], 2010.

DE OLIVEIRA, R.; CACURO, T. A.; FERNANDEZ, S.; IRAZUSTA, S. P. **Aprendizagem Significativa, Educação Ambiental e Ensino de Química: Uma Experiência Realizada em uma Escola Pública.** Revista Virtual de Química, v. 8, n. 3, p. 913-925, 2016.

DE PAULA, B. B. de; MARTINS, C. B.; OLIVEIRA, T. de. **Análise da crescente influência da Cultura Maker na Educação: Revisão Sistemática da Literatura no Brasil.** Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico, Manaus, Brasil, v. 7, p. e134921, 2021.

DINIZ, F. E.; DA SILVA, C. D. D.; DA SILVA, O. G.; DOS SANTOS, D. B. **O Ensino de Química integrado a temas ambientais: Um relato de experiência com escolares do ensino médio.** Research, Society and Development, v. 10, n. 8, p. e25110817378-e25110817378, 2021.

Enchentes na Bahia são claro alerta das mudanças climáticas no Brasil, diz cientista [29/12/2021]. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/rfi/2021/12/29/enchentes-na-bahia-sao-claro-alerta-das-mudancas-limaticas-no-brasil-diz-cientista.htm>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

Entrevista: Carlos Nobre afirma que mudanças climáticas são o maior desafio da humanidade. Disponível em: <<https://www.ufes.br/conteudo/entrevista-carlos-nobre-afirma-que-mudancas-climaticas-sao-o-maior-desafio-da-humanidade>>.

FALCI, P.; S. CARVALHO, R. **A Educação Ambiental no Ensino Médio: desafios e possibilidades a partir da elaboração de uma sequência didática com ênfase nas emissões de CO₂ equivalente.** Química Nova na Escola, v. 44, n. 3, ago. 2022.

FIGUEIREDO, A. P. de S.; SOUZA, M. C. R. de; CANELA, M. C.; MACÊDO, A. V. de; SANTOS, M. F. C.; SOUZA, M. de O. **Poluição atmosférica como proposta para o ensino de química.** Seven Editora, [S. l.], p. 756–772, 2024. Disponível em: <http://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/4050>. Acesso em: 26 may. 2024.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1980.

_____. **Educação como prática da liberdade.** Rio de Janeiro, Editora Paz e Terra LTDA, v. 199, 1967.

_____. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 43. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

_____. **Pedagogia do oprimido.** 63. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2017

GOMES, E.B., RAABE A.L.A., SANTANA A.L.M., Da SILVA R., METZGER J.P. e VIEIRA M.F.V. (2017) **A Experiência de Implantação de uma Disciplina Maker em uma Escola de Educação Básica.** Workshop de Informática na Escola, Congresso Brasileiro de Informática na Educação.

GONZALEZ GAUDIANO, Édgar J.; MEIRA CARTEA, Pablo Á. y GUTIERREZ PEREZ, José. **¿Cómo educar sobre la complejidad de la crisis climática? Hacia un currículum de emergencia.** *RMIE* [online]. 2020, vol.25, n.87, pp.843-872.

GUIMARÃES, C. C.; DORN, R. C. **Efeito Estufa Usando Material Alternativo.** *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 2, 2015.

HARRIS, D. C e BERTOLUCCI, M. D. **Symmetry and spectroscopy: an introduction to vibrational and electronic spectroscopy.** New York: Dover Publications, 1989.

HORN, M. B. & STAKER, H. **Blended: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação.** Porto Alegre: Penso, 2015.

IALEI – International Alliance of Leading Education Institutes. **Climate Change and Sustainable Development: The Response from Education: a cross-national report from International Alliance of Leading Education Institutes.** Denmark: IALEI, dec. 2009.

IPCC, 2021: Sumário para Formuladores de Políticas. **Em: Mudança do Clima 2021: A Base da Ciência Física.** Contribuição do Grupo de Trabalho I ao Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

JACOBI, P. R., GUERRA, A. F., SULAIMAN, S. N., & NEPOMUCENO, T. (2011). **Mudanças climáticas globais: a resposta da educação.** *Revista Brasileira de Educação*, 16(46), 135-148.

JOS, R.; DISSERTA R.; SBAMPATO, M. E. **Simulação de Espectros de Absorção Determinação de Temperaturas em Chamas**. São José dos Campos: INPE, 2007.

JUNGES, A.L.; SANTOS V.Y.; MASSONI N.T.; SANTOS F.A.C. (2019). **Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da Física para a educação básica**.

LOBATO, A. C.; NERES da Silva, Cristina; MONTERO Lago, Rochel; CARDEAL, ZENILDA de Lourdes; Quadros, Ana Luiza de **Dirigindo o olhar para o efeito estufa nos livros didáticos de ensino médio: é simples entender esse fenômeno?** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 11, n. 1, p. 7–24, 2009.

LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P. **Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica**. Trabalho, educação e saúde, v. 11, n.1, p. 53-71, 2013.

LOUREIRO, C. F. Reflexões sobre os conceitos de ecocidadania e de consciência ecológica. In: MATA, S.F.da, et al.; (orgs). **Educação ambiental, desafio do século: um apelo ético**. Rio de Janeiro: Terceiro milênio, 1998.

_____. **O movimento ambientalista e o pensamento crítico: uma abordagem política**. 2. ed. Rio de Janeiro: Quartet, 2006

_____. **Educação ambiental e movimentos sociais na construção da cidadania ecológica e planetária**. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. de (Orgs.). Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MACHADO, C. B. H., DE CAMPOS, F. V., DE CARVALHO P. L., DE SOUZA, C. R., & Arueira, M. E. P. **Corrida Contra o Aquecimento: uma proposta de jogo didático para auxiliar o aprendizado sobre mudanças climáticas**.

MAGENNIS, S.; FARRELL, A. Teaching and learning activities: **Expanding the repertoire to support student learning**. Emerging issues in the practice of university learning and teaching, v. 1, 2005.

MENDONÇA, A. M. G. D.; PEREIRA, D. de L. **Ensino de Química: Realidade docente e a importância da experimentação para o processo de aprendizagem**.

In: V ENID & III ENFOPROF / UEPB, 5, 2015, Campina Grande.: Realize Editora, 2015.

MINUTO DA TERRA. **Como os gases de efeito estufa realmente funcionam?** Minuto da Terra. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=2oxCnVUJCwQ>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

MORAN, J. **O que é educação à distância, 2002.** Disponível em: <<http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/dist.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2022

_____. **Educação Híbrida: Um conceito chave para a educação, hoje.** In: **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação** [recurso eletrônico] / Organizadores, Lilian Bacich, Adolfo Tanzi Neto, Fernando de Mello Trevisani. – Porto Alegre: Penso, 2015. ePUB.

OLIVEIRA, R. E.; SANTOS, C. A. M.; SOUZA, E. E. **Aplicação de conceitos e práticas de atividades do movimento maker na educação infantil - um relato de experiência para o ensino fundamental 1.** In: CBIE - Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.wie.2018.275>> Acesso em: 13 mar. 2022.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Ação contra a mudança global do clima.** Disponível em: < <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/13> > Acesso em: julho 2021.

PAPERT, S. **Mindstorms: crianças, computadores e ideias poderosas.** Nova York: Basic Books, 1980.

PAULO JUBILUT. **A cidade brasileira que será ENGOLIDA pelo mar.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pKKYytT-DRA>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

Portal SAE - SAE Digital. Disponível em: <<https://sae.digital/tecnologia/portal-sae/>>. Acesso em: 18 jul. 2024.

Química 1: conecte live / João Usberco, Edgard Salvador, Phillippe Spitaleri, 3ª edição, São Paulo: Saraiva, 2018.

RAABE. A. **Maker: uma nova abordagem para tecnologia na educação.** In: CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO. Fortaleza- CE. 2018.

REDAÇÃO FB. **Ano mais quente já registrado deixa a Terra perto do seu “limite seguro”; entenda.** Disponível em: <<https://planaltoempauta.com.br/ano-mais-quente-ja-registrado-deixa-a-terra-perto-do-seu-limite-seguro-entenda/>>. Acesso em: 8 set. 2022.

REICHERT, A. R., ANDRZIEWSKI, L. C., SKIEREPKA, J., & DOS SANTOS, E. G. **Efeito estufa x aquecimento global: a utilização da experimentação para elucidar conceitos.** *Encontro sobre Investigação na Escola* 17.1 (2021).

Retrospectiva: em termos climáticos, 2021 foi um ano de extremos. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2021/12/retrospectiva-em-termos-climaticos-2021-foi-um-ano-de-extremos.html>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

SANTOS, W. L. P. dos; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química.** 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

SAUVÉ, L. **Uma cartografia das correntes em educação ambiental.** In: SATO, M.; CARVALHO, I. C. M. (Ed.). *Educação ambiental: pesquisa e desafios*. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 17-44.

SILVA, I. D.; SANADA, E. dos R. Procedimentos metodológicos nas salas de aula do curso de pedagogia: experiência de ensino híbrido. In: BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórica-prática.** Porto Alegre: Penso, 2018. p.162-187.

SILVA, C. N.; LOBATO, A. C.; LAGO, R. M.; CARDEAL, Z. L. e QUADROS, A. L. **Ensinando a química do efeito estufa no ensino médio: possibilidades e limites.** *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 4, p. 268-274, 2009.

SILVA, F. L., & ZILBER, S. N. (2016). **Inovação Disruptiva no setor de distribuição de energia elétrica.** XI SEMEAD-FEA/USP, São Paulo, SP, Brasil.

SPIRO, T. G. e STIGLIANI, W. M. **Química Ambiental.** Trad. S. M. Yamamoto. Ver. Téc. R. C. Bazito e R. S. Freire. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

STRINGER, E. T. **Action Research: a Handbook for Practitioners.** Sage, 1996.

TAVARES, N. da S., CARNEIRO, K. de A. A., DOS SANTOS, M.B.H., DA SILVA, R.F., NASCIMENTO, R.J. de A., JÚNIOR, A.I.D., DA SILVA, T.P. **Análise da percepção de estudantes do Ensino Médio acerca do processo de aprendizagem em Química**. Research, Society and Development, v. 10, n. 2, p. e51110212774-e51110212774, 2021.

THIOLLENT, M. **Pesquisa-Ação nas Organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Educação Ambiental: **natureza, razão e história**. 2ed. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2008.

Um guia para entender as mudanças climáticas. Disponível em: <<https://metsul.com/um-guia-para-entender-as-mudancas-climaticas/>>. Acesso em: 8 set. 2022.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ANEXO A – Textos Elaborados pelos Alunos

Texto 1

A imagem representa o aquecimento global devido ao uso indevido do dióxido de carbono liberado por carros e pelas fábricas, além do gás metano muito presente no agronegócio devido ao gado que libera através de seus gases intestinais.

A segunda imagem representa a consequência desse aumento que são derretimento das calotas polares sendo esse um dos principais motivos para o aumento do nível do mare na diminuição de espécies polares como ursos polares e pinguins, isso também pode significar o início do que estar por vir como o desaparecimento de grandes cidades daqui a um tempo. O jeito de evitar isso é mudando o jeito de agir deixando de liberar gases poluentes na atmosfera e passando a adotar métodos mais ecológicos.

Texto 2

Com a intensificação do efeito estufa várias coisas ruins irão ocorrer no nosso planeta, uma delas é o aumento da temperatura média do planeta. Com isso muitas geleiras vão derretendo e isso é muito ruim, pois com as geleiras derretendo o nível do mar em nosso planeta vai aumentar e com isso vários lugares vão ficar alagados ou até submersos.

Com o derretimento das geleiras sendo uma consequência do aquecimento global vários ursos polares perderão suas casas e até suas vidas. E essa é a relação das duas imagens do livro em relação ao efeito estufa.

Texto 3

O efeito estufa vem aumentando e destruindo nosso planeta com o passar dos anos. Ele está ligado a atividades humanas como a queimada e indústrias. O homem causa impactos na Terra que tem elevado as emissões de gases que contribuem para o efeito estufa. A principais causas desse efeito são: derretimento das calotas polares, aumento do nível do mar, extinção de espécies, danos nos ecossistemas, inundações, etc.

ANEXO B – Textos Elaborados pelos Grupos

Texto do Grupo 1

A proposta da maquete foi nos mostrar o quanto a poluição causada pelos seres humanos afeta a atmosfera. Nesse caso as fábricas e carros, que produzem cada vez mais gases contribuintes para a queda da qualidade do ar, como o gás carbônico. Desse modo, esse gás causa o agravamento do efeito estufa na Terra, gerando o excesso de calor na atmosfera. Esse excesso de calor modifica a temperatura média do planeta acarretando o desequilíbrio do efeito estufa e provocando extremas mudanças climáticas.

Tudo isso ocasiona morte de animais e plantas, derretimento das calotas polares, desaparecimento de cidades litorâneas, aumento de furacões, inundações e tempestades, e também põe em risco a vida humana com o aumento exagerado do calor na Terra.

Algumas soluções para os problemas causados são: utilizar com mais frequência transportes públicos, bicicletas ou até mesmo fazer uma caminhada. Nas fábricas investir em fontes sustentáveis de energia como a solar. Redução na geração de resíduos e na produção de gases poluentes instalando um Filtrona saída de ar das fábricas.

Sabemos que mesmo com todos esses cuidados o aquecimento global não vai ter fim de uma hora para outra. Assim, temos que ter consciência de que todos nós precisamos fazer a nossa parte. Cuide do mundo você também!

Texto do Grupo 1

Nosso grupo fala sobre o desmatamento e sobre o modo que ele tem relação com o nível de CO₂ na atmosfera. A remoção das árvores faz com que o sequestro de gás carbônico pelas mesmas seja insuficiente, contribuindo assim para o aumento da temperatura do planeta.

E esse aumento de temperatura impacta o planeta de várias formas como por exemplo o derretimento das geleiras aumentando o nível do mar e por consequência afundando e prejudicando áreas costeiras. O aumento de CO₂ na atmosfera também prejudica os oceanos tornando-os mais ácidos o que acaba atrapalhando o sequestro de CO₂ pelas algas.

Uma forma de reverter esses efeitos climáticos é o reflorestamento, replantando árvores que estão sendo desmatadas, também usando fontes de energia renováveis, como solar e eólica, para diminuir o efeito estufa e melhorar a qualidade ambiental do planeta e aumentar a qualidade de vida.

Texto do Grupo 3

A produção excessiva de lixo pelos seres humanos está impactando o planeta de várias maneiras, tanto social quanto economicamente, devido à sua relação com as mudanças climáticas.

A decomposição do lixo libera substâncias como dióxido de carbono e metano e a emissão em massa de gases na atmosfera é a principal causa das mudanças climáticas e do aquecimento global. Ou seja, o lixo em excesso gera mudanças nos padrões climáticos da Terra.

Para reverter essa situação, podemos adotar práticas de reciclagem, reutilização, compra de roupas usadas e até mesmo utilização da internet para disseminar campanhas de conscientização sobre o impacto de nossas ações no aquecimento global.

Texto do Grupo 4

As queimadas contribuem para a liberação de gás carbônico na atmosfera. Quando a floresta é queimada, o carbono armazenado nas árvores é liberado na atmosfera. Esse fenômeno representa uma das principais razões para o aumento dos níveis de CO₂ na atmosfera, contribuindo para o aquecimento global e as alterações climáticas.

Além disso, as queimadas podem destruir habitats naturais, diminuir a biodiversidade de uma área e até mesmo aumentar a quantidade de eventos climáticos extremos, como secas e ondas de calor.

Evitar as queimadas é importante não só para preservar ecossistemas e a biodiversidade, mas também para diminuir as emissões de gases de efeito estufa e combater as mudanças climáticas.

APÊNDICE A – Questionário 1

1. O efeito estufa, segundo as teorias mais aceitas pela comunidade científica, vem contribuindo para a elevação média das temperaturas no planeta. Esse é um processo:

- a) natural, porém intensificado pela ação humana.
- b) recente, não tendo registros de sua existência em épocas geológicas antigas.
- c) natural, sem relação com as práticas sociais.
- d) artificial, ou seja, resultado direto da interferência antrópica sobre o meio.

2. A poluição é um grave e preocupante problema urbano da atualidade. Os estudos do assunto demonstraram grande preocupação a respeito das possíveis consequências do “efeito estufa”, que são:

- a) o aquecimento excessivo da atmosfera pelo calor irradiado pelas edificações urbanas.
- b) a elevação da temperatura atmosférica devido ao aumento de gás carbônico proveniente da queima de combustíveis.
- c) o aquecimento excessivo da atmosfera junto à superfície devido à versão térmica.
- d) o grande aquecimento da atmosfera provocado pelo excesso de nuvens.

3. As fábricas modernas têm usado novas tecnologias na pintura automotiva, como o emprego de tintas à base de água, também denominadas hidrossolúveis. O principal resultado disso é a redução do impacto ambiental, devido à menor emissão de solventes, produtos que, na atmosfera, formam dióxido de carbono - CO_2 que aumenta o efeito estufa, e o dióxido de enxofre - SO_2 , que contribui para a chuva ácida. Em relação à classificação dos óxidos CO_2 e SO_2 são, respectivamente:

- a) básico e ácido.
- b) anfótero e neutro.
- c) ácido e básico.
- d) ácido e ácido.

4. As mudanças climáticas estão ocorrendo e já é possível não notar algumas modificações que provavelmente se relacionam com a ação do homem. Assim sendo, são tomadas ações urgentes para que nosso impacto no meio ambiente seja reduzido.

O consumo consciente NÃO apresenta relação com o avanço das mudanças climáticas.

Verdadeiro

Falso

5. O efeito estufa planetário consiste em um processo natural em que parte da radiação solar que é absorvida pela superfície terrestre e transformada em calor é impedida de sair da atmosfera terrestre em função de um conjunto de gases denominados de efeito estufa. Entre esses gases, um deles apresenta elevação em sua concentração ao longo das últimas décadas e até os últimos três séculos. Esse gás é o:

- a) vapor d'água.
- b) oxigênio.
- c) dióxido de carbono.
- d) argônio.

6. Um aspecto marcante do mundo, nos dias atuais, é a velocidade das mudanças que ocorrem em todos os setores. Da política à economia, na forma como as sociedades se organizam, tudo se transforma rápida e profundamente. Realidade essa realidade, julgue o item. Para muitos estudiosos, temperaturas extremas, longas estimativas e chuvas torrenciais podem estar ligadas às mudanças climáticas.

Verdadeiro

Falso

7. Qual das seguintes fontes de produção de energia é a mais silenciosa para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global?

- a) Gasolina.
- b) Carvão.
- c) Eólica.
- d) Gás natural.

8. Assine uma alternativa que NÃO represente uma ação antrópica positiva:

- a) incentivo de políticas ambientais.
- b) coleta seletiva.

- c) uso de fontes não renováveis de energia.
- d) reflorestamento de áreas desmatadas.

9. Além das florestas, os oceanos são fundamentais na regulação do clima no planeta, pois as plantas aquáticas são responsáveis pela absorção de CO₂ da atmosfera. No entanto, a manipulação ambiental de origem antrópica nos oceanos é intensa, facilitando a vida marinha.

Verdadeiro

Falso

10. Conforme o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, mais conhecido pelas iniciais em inglês — IPCC, o aumento da temperatura média global nos últimos anos deve-se principalmente às emissões de Gases do Efeito Estufa (GEEs), provocadas pelo homem. A esse aquecimento é dado o nome de:

- a) aquecimento global antropogênico.
- b) aquecimento global dos mares.
- c) aquecimento global devido à variabilidade natural.
- d) potencial de aquecimento global.

11. A poluição das atividades industriais e as queimadas de florestas não têm nenhuma relação com o aquecimento global.

Verdadeiro

Falso

12. Um dos efeitos do reflorestamento é promover o sequestro de carbono da atmosfera contribuindo para a diminuição do efeito estufa.

Verdadeiro

Falso

13. Sabe-se que a chuva ácida é formada pela dissolução na água da chuva de óxidos ácidos presentes na atmosfera. Entre eles, os principais óxidos responsáveis pela chuva ácida são: NO₂, SO₂ e SO₃. Indique os nomes dos óxidos, respectivamente:

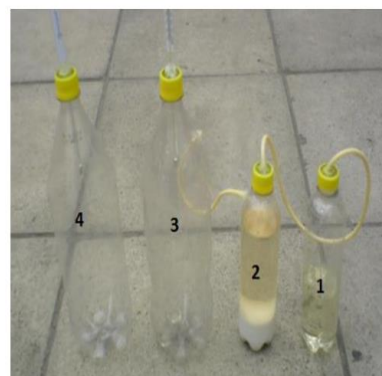
- a) óxido de enxofre, óxido de enxofre II, óxido de enxofre III.
- b) dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre, trióxido de enxofre.

- c) monóxido de dinitrogênio, óxido de dióxofre, óxido de trióxofre.
- d) monóxido de dinitrogênio, óxido de enxofre, trióxido de enxofre.

APÊNDICE B – Procedimento para Realização do Experimento

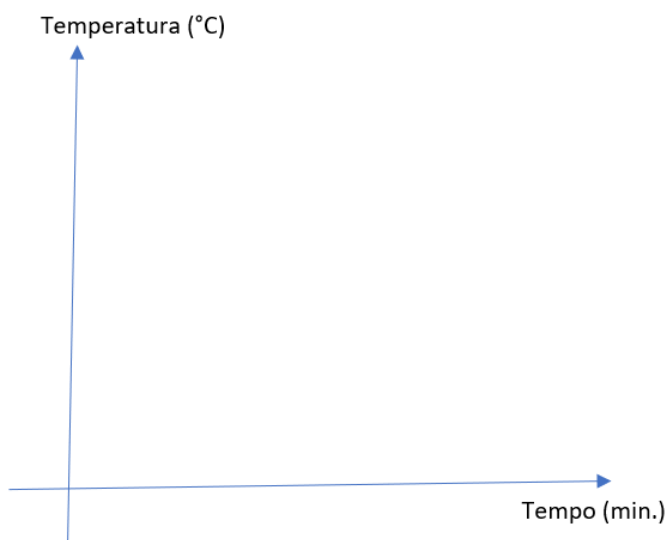
SIGA AS INSTRUÇÕES ABAIXO PARA A REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO:

1 - Retire o máximo que puder o ar da garrafa 3. Acrescente 100g de bicarbonato de sódio na garrafa 2 e 200 mL de vinagre na garrafa 1. Vire a garrafa 1 e pressione lentamente para que o vinagre entre em contato com o bicarbonato de sódio e produza o gás carbônico. Execute esse procedimento até que a garrafa 3 fique completamente preenchida por CO₂.



2 - A garrafa 4 ficará preenchida com ar atmosférico à pressão ambiente a qual servirá de parâmetro de comparação da variação de temperatura nos dois sistemas

3 - Faça medidas da temperatura dos dois sistemas a cada dois minutos, lance os dados obtidos numa tabela e, em seguida, num gráfico para comparar a variação de temperatura em cada um dos sistemas.



APÊNDICE C – Questionário 2

- 1) Qual é o problema climático retratado no texto?
- 2) Cite 2 impactos ambientais causados por esse problema climático.
- 3) Como a ação humana pode potencializar os prejuízos causados pelos fenômenos naturais citados nas reportagens?
- 4) Sugira uma medida de redução desse impacto.

APÊNDICE D – Quebra-Cabeças

Abaixo das imagens seguem os links dos quebra-cabeças utilizados na atividade de rotação por estações.

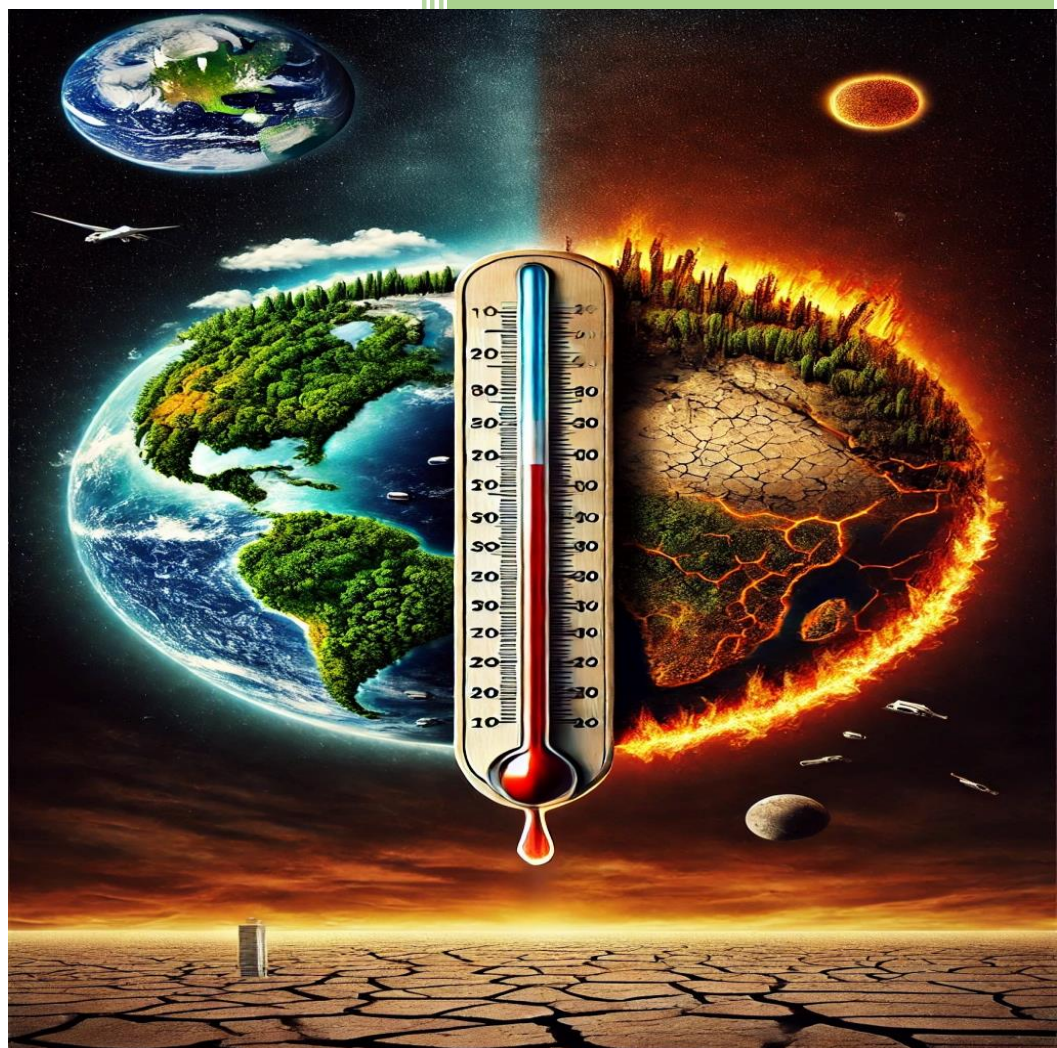


[Link da Imagem do Quebra-cabeça 1](#)



[Link da Imagem do Quebra-cabeça 2](#)

APÊNDICE E – Produto Educacional



FERNANDA LEONARDO GARANITO RABELO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE QUÍMICA

FERNANDA LEONARDO GARANITO RABELO

PRODUTO EDUCACIONAL RELACIONADO À DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM MOVIMENTO: uma abordagem em
rotação por estações**

Rio de Janeiro
2024

RIO DE JANEIRO

2024

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
MUDANÇAS CLIMÁTICAS: POR QUE ABORDAR O TEMA COM OS ESTUDANTES?.....	5
ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES: UMA AULA DINÂMICA.....	7
ESTUDO DOS ÓXIDOS SOB A PERSPECTIVA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA PROPOSTA PARA AS AULAS DE QUÍMICA	9
PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE	10
PROPOSTA METODOLÓGICA	12
CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
APÊNDICE 1	18
APÊNDICE 2A	22
APÊNDICE 2B	24
APÊNDICE 3	25
APÊNDICE 4	26

APRESENTAÇÃO

Este material foi elaborado a partir da dissertação do mestrado, intitulada Mudanças Climáticas: Uma Proposta para o Ensino Híbrido, desenvolvida pela professora Fernanda Leonardo Garanito Rabelo, orientada pela Prof^a. Dr^a. Paula Macedo Lessa dos Santos, no Programa de Pós Graduação em Ensino de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O debate acerca das climáticas se tornou uma das questões mais urgentes e relevantes na nossa sociedade atualmente. Eventos extremos, como longas secas, e enchentes devastadoras, evidenciam a vulnerabilidade do nosso planeta e a urgência de medidas imediatas. Compreender os processos químicos envolvidos é fundamental para que os estudantes da educação básica se tornem cidadãos conscientes e participativos.

A química dos óxidos, em especial aqueles que se relacionam ao efeito estufa e à poluição atmosférica, proporciona um excelente campo para investigar essas questões. A metodologia ativa de rotação por estações é uma abordagem que permite aos alunos vivenciar diferentes aspectos de um tema de forma interativa e prática. Esta sequência didática tem o objetivo de conectar a química dos óxidos às discussões sobre mudanças climáticas, utilizando a rotação por estações como ferramenta.

Com essa sequência didática, fundamentada na metodologia de rotação por estações, busca-se oferecer uma maneira envolvente de explorar a química dos óxidos no contexto das mudanças climáticas. Através de atividades práticas e colaborativas, os alunos não apenas assimilam as propriedades químicas, mas também ampliam sua compreensão sobre os seus efeitos no meio ambiente.

Ao implementar essa sequência didática, os professores da educação básica têm a oportunidade de criar um ambiente de aprendizado dinâmico e significativo, através da conexão entre o conteúdo teórico e os desafios ambientais que enfrentados atualmente.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS: POR QUE ABORDAR O TEMA COM OS ESTUDANTES?

Em abril de 2024, o sul do Brasil enfrentou severas e duradouras inundações, tornando-se cenário de um dos mais devastadores desastres naturais já registrados na história da região. Esse fenômeno, não apenas causou estragos materiais e humanos significativos, mas também reacendeu discussões sobre a influência das atividades humanas no clima global.

No contexto atual as mudanças climáticas são um assunto de extrema relevância e o ensino de química desempenha um papel fundamental ao abordar essas questões. Ao levar questões ambientais para serem discutidas em sala de aula e envolver os alunos na pesquisa desses temas, desperta-se o interesse por eles e os motiva a se apropriarem dos conteúdos químicos e científicos de forma mais ampla.

A abordagem de temas de Química relacionados aos problemas ambientais tem como foco principal dois objetivos essenciais para os alunos: A apropriação do saber referente aos conteúdos científicos da disciplina de Química e a formação de cidadãos capazes de agir ativamente na sociedade em que estão inseridos, com uma postura crítica em relação à realidade.

Promover a conscientização da sociedade sobre a importância da conservação ambiental deve ser integrado a educação básica, visando fomentar o pensamento crítico e engajar os sujeitos nos desafios do mundo atual (DE OLIVEIRA et al., 2016).

O processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Química precisam abranger conhecimentos interdisciplinares relevantes para os avanços nas esferas social, econômica, política e ambiental, como ressaltado por Tavares et al. (2021) e Diniz et al. (2021).

A abordagem da temática ambiental durante as aulas de Química no Ensino Médio desempenha um papel fundamental no cultivo de valores, comportamentos e atitudes que promovem o pensamento crítico dos estudantes, contribuindo para a consciência tanto das ações presentes quanto futuras no âmbito pessoal e coletivo da sociedade, conforme apontado por De Oliveira et al. (2016) e Mendonça (2015).

Incorporar a Educação Ambiental no ensino de química é essencial para capacitar os estudantes a compreender e lidar com os desafios ambientais

contemporâneos. Esta estratégia vai além da simples transmissão de informações, ela também promove a reflexão crítica dos alunos e incentiva a adoção de atitudes responsáveis, levando-os a considerar o impacto de suas escolhas no meio ambiente. Dessa forma, o estudo da química ambiental e dos fenômenos químicos na atmosfera torna-se fundamental para a formação social, profissional e consciente dos estudantes ao longo da educação básica.

ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES: UMA AULA DINÂMICA

Atualmente, escolas e professores utilizam uma variedade de abordagens para tornar as aulas mais envolventes, com o objetivo de despertar o interesse dos alunos. Diante dos inúmeros estímulos presentes no dia a dia, é comum que jovens e crianças se distraiam, e o modelo tradicional de ensino muitas vezes não consegue atendê-los de forma eficaz. Por essa razão, aulas mais dinâmicas, combinadas com recursos pedagógicos e tecnológicos, contribuem para uma experiência de aprendizado mais agradável.

Uma das técnicas para engajar as aulas é a rotação por estações. A metodologia de rotação por estações consiste na criação de diferentes estações ou circuitos de aprendizagem, cada um com atividades distintas, mas todas relacionadas a um mesmo tema. Em uma dessas estações, é necessário incluir um recurso digital. Cada atividade é considerada uma estação, e os alunos são organizados em grupos que se revezam entre as tarefas. Ao final, eles compartilham ideias e informações sobre o que aprenderam durante sua passagem por essas estações e na execução das atividades.

Para aplicar a rotação por estações em sala de aula, é importante seguir alguns passos.

1 - Planejamento - O primeiro passo consiste em elaborar um planejamento para as atividades a serem realizadas, criando experiências de aprendizagem distintas para o tema abordado. É fundamental que essas atividades sejam estruturadas de modo que possam ser concluídas em tempos equivalentes e que as estações não dependam sequencialmente umas das outras, permitindo que qualquer grupo inicie em qualquer estação.

2 - Crie as estações - Cada experiência de aprendizagem será designada como uma estação. Assim, é necessário definir quantas estações serão criadas e quais atividades serão desenvolvidas em cada uma delas.

3 - Criação dos grupos - Divida os alunos em grupos. A quantidade de grupos deve ser igual ou inferior ao número de estações, garantindo que cada grupo tenha a oportunidade de participar de todas as estações planejadas.

4 - Defina o tempo - A duração nas estações pode variar desde alguns minutos até semanas, de acordo com a natureza do projeto. É importante que o tempo necessário para concluir cada uma das estações seja equivalente, pois, caso contrário, um grupo poderá concluir sua parte e ficar aguardando os demais.

5 - Fechamento - Ao final de toda a sequência, é fundamental reservar um tempo para o encerramento. É um momento importante para que os alunos possam compartilhar suas experiências, tirar suas dúvidas e internalizar todos os conhecimentos produzidos durante a atividade. O fechamento pode ser realizado de diversas formas, como por meio de um debate, uma atividade de casa ou uma apresentação expositiva.

A rotação por estações, conta com três momentos essenciais: de interação entre alunos e professor, de trabalho colaborativo e de tecnologia. Para Bacich *et al.* (2015), a diversidade de artifícios utilizados nas atividades de rotação por estações favorece a personalização do ensino. O objetivo dessa metodologia é fazer com que os estudantes experimentem diversas formas de aprender um mesmo conteúdo, seja através de vídeos, textos, atividades on-line, trabalho individual ou colaborativo, entendendo que cada indivíduo é único e apresenta o seu próprio estilo de aprendizagem.

ESTUDO DOS ÓXIDOS SOB A PERSPECTIVA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: UMA PROPOSTA PARA AS AULAS DE QUÍMICA

O ensino de química vai além da mera memorização de fórmulas e reações e é essencial na formação de cidadãos conscientes e bem informados acerca dos desafios atuais, incluindo as mudanças climáticas. Nesse contexto, compreender a ligação entre o estudo dos óxidos e as questões ambientais é vital, pois isso ajuda a entender o papel desses compostos na dinâmica climática e a fomentar uma educação que prepare os alunos para um futuro sustentável.

Os óxidos, especialmente os que contêm carbono, nitrogênio e enxofre, estão diretamente ligados aos fenômenos climáticos. O dióxido de carbono (CO_2), um dos principais óxidos estudados, é um gás de efeito estufa resultante da queima de combustíveis fósseis, desmatamento e atividades industriais. Ao explorar a química do CO_2 , os estudantes conseguem compreender de que maneira suas emissões influenciam o aquecimento global e quais são as consequências para o meio ambiente, incluindo a elevação do nível do mar e a ocorrência de eventos climáticos extremos.

Incorporar o estudo dos óxidos às questões climáticas no currículo de química não apenas enriquece a aprendizagem dos alunos, mas também os torna aptos a desenvolver uma análise crítica sobre sua interação com o meio ambiente. Ao entender as reações químicas que acontecem na atmosfera e suas consequências, os alunos são motivados a procurar soluções e alternativas sustentáveis, como a adoção de energias renováveis e métodos agrícolas menos poluentes.

Outro ponto importante é a promoção da responsabilidade ambiental. O ensino de química pode despertar a curiosidade dos alunos sobre como suas atitudes cotidianas, como o uso de energia e o descarte de lixo, afetam a emissão desses óxidos na atmosfera. Essa conscientização é fundamental para formar cidadãos comprometidos na luta contra as mudanças climáticas.

Essa integração não apenas enriquece o aprendizado, mas também prepara os alunos para enfrentar os desafios ambientais do futuro, promovendo uma cultura de sustentabilidade e responsabilidade social. Ao entender o papel da química nas questões climáticas, os estudantes se tornam agentes de mudança, capazes de contribuir para um mundo mais equilibrado e sustentável.

PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

De acordo com Barbosa (2002), a sequência didática consiste em uma série de atividades que criam um ambiente que facilita e torna atrativo o ensino, portanto, as sequências didáticas são um conjunto de atividades ligadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, sendo organizadas de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar para a aprendizagem de seus alunos.

As ações elaboradas pela professora para a sequência didática sugerida nesta pesquisa estão detalhadas no quadro 1. Essa sequência foi estruturada ao longo de três semanas. Na primeira, foi realizada uma introdução dos conceitos sobre a teoria dos óxidos, enfatizando a temática das mudanças climáticas. A segunda semana foi dedicada a uma atividade em formato de rotação por estações, enquanto na terceira semana ocorreu a construção de maquetes utilizando materiais recicláveis, caracterizando uma atividade maker.

Quadro 1. Planejamento das atividades desenvolvidas para a sequência didática.

Semana 1				
Atividade	Objetivos	Tempo de duração	Local de realização	Materiais utilizados
Introdução dos conceitos sobre a teoria dos óxidos com foco na perspectiva das mudanças climáticas.	Compreensão do conteúdo teórico acerca dos óxidos e o modo que os gases de efeito estufa atuam na atmosfera.	3 tempos de aula (150 minutos)	Sala de aula	Quando branco, caneta e livro didático.
Semana 2				
Atividade	Objetivos	Tempo de duração	Local de realização	Materiais utilizados
Apresentação de vídeos mostrando a ação e efeito da intensificação	Trabalhar o conteúdo de Química relacionado a temática do efeito estufa e mudanças	3 tempos de aula (150 minutos)	2 Salas de aula	Vídeos, computador, celulares, garrafa pet, termômetro,

dos GEE no planeta. Rotação por Estações.	climáticas de variadas formas.			vinagre, bicarbonato de sódio, reportagens e quebra-cabeça.
Semana 3				
Atividade	Objetivos	Tempo de duração	Local de realização	Materiais utilizados
Construção de maquetes com materiais recicláveis.	Estabelecer as interrelações entre o acúmulo dos GEE e os impactos socioambientais. Desenvolver a criatividade e a empatia.	3 tempos de aula (150 minutos)	Sala maker	Materiais recicláveis como papelão, caixas de remédio, palito de picolé, rolo de papel higiênico etc.

PROPOSTA METODOLÓGICA

1ª SEMANA

Aula 1 - Aula expositiva sobre a teoria dos óxidos com foco na perspectiva das mudanças climáticas.

Objetivos:

- Explicar os conceitos relacionados ao impacto dos óxidos na atmosfera, demonstrando as consequências do aumento dos gases de efeito estufa e seu comportamento no planeta.
- Oferecer uma base teórica que permita aos alunos se engajarem nas próximas etapas da sequência didática.

Procedimento:

- Resolver exercícios com o auxílio do livro didático ou de exercícios escolhidos pelo professor, com o objetivo de consolidar o conhecimento teórico.

2ª SEMANA

Aula 2 – Apresentação de dois vídeos mostrando a ação e efeito da intensificação dos gases de efeito estufa no planeta e a realização da atividade de rotação por estações.

Objetivos:

- Exibir os vídeos: "Como os gases de efeito estufa realmente funcionam?" (Minuto da Terra, 2016) e "A cidade brasileira que será ENGOLIDA pelo mar" (Jubilut, 2022), disponíveis respectivamente em: <https://www.youtube.com/watch?v=2oxCnVUJCwQ> e <https://www.youtube.com/watch?v=pKKYytT-DRA>)
- Realizar uma roda de conversa com os alunos para discutir a intensificação e as consequências dos gases de efeito estufa na atmosfera, assim como analisar o modo que as ações humanas tem afetado o meio ambiente.

- Trabalhar o conteúdo de Química relacionado a temática do efeito estufa e mudanças climáticas de variadas formas através da utilização da atividade de rotação por estações.

Procedimento:

- Após a apresentação dos vídeos, organize uma roda de conversa para discutir as questões socioambientais levantadas, conectando-as com a temática das mudanças climáticas e o conteúdo teórico explorado anteriormente.
- Em seguida, deve-se dividir a turma em grupos e realizar a atividade de rotação por estações, que será detalhada a seguir.

Estação 1 – Questionário on-line

Nesta estação, será avaliado o conhecimento dos alunos sobre vários temas, como óxidos, mudanças climáticas, efeito estufa e ações antrópicas. Essa avaliação será realizada por meio de um questionário online criado no aplicativo Socrative. O questionário referente a esta estação está disponível no apêndice 1.

Estação 2 – Experimento

Nesta estação, será realizado um experimento sobre a intensificação dos gases de efeito estufa na atmosfera, além da elaboração de um gráfico construído com base nos dados coletados durante a sua execução. Esse gráfico estabelecerá uma relação entre a concentração de CO₂ na atmosfera e o aumento da temperatura terrestre. O guia voltado para o professor, que contém as diretrizes para a execução da atividade experimental, pode ser encontrado no apêndice 2A. Já o procedimento da atividade experimental a ser fornecido ao aluno e o modelo de gráfico utilizado podem ser acessados no apêndice 2B.

Estação 3 – Leitura

Nessa estação, através da leitura de textos jornalísticos que abordam temas ambientais atuais, os estudantes devem discutir o assunto e, em grupo, responder um questionário. Esses textos podem ser oferecidos em formato impresso ou acessíveis por meio de links online. Os textos e questionário utilizados para a realização da estação se encontram disponíveis no apêndice 3.

Estação 4 – Quebra-Cabeça

Nessa estação, os estudantes precisam fazer a montagem de dois quebra-cabeças. O primeiro deve mostrar imagens que retratam diversos eventos extremos provocados pelo aquecimento global, enquanto o segundo tem a intenção de passar a ideia de que ainda existe a possibilidade de intervir e modificar a situação atual. Após completar os quebra-cabeças, os estudantes devem registrar em um mural as suas impressões sobre as imagens respondendo a seguinte pergunta:

- Quais sentimentos em relação ao futuro foram despertados em você após a observação das imagens reveladas pelos quebra-cabeças?

As imagens e dimensões utilizadas para elaboração do quebra-cabeça se encontram no apêndice 4.

- Ao concluir a atividade, é fundamental que o professor compartilhe os resultados alcançados, incluindo a análise dos gráficos e as respostas dos questionários fornecidas pelos alunos nas diferentes estações. Com base nesses resultados e nas questões levantadas pelos estudantes, o docente deve conduzir uma discussão que permita a consolidação significativa dos conhecimentos adquiridos pelo grupo.

3ª SEMANA

Aula 3 – Atividade maker

Objetivos:

- Elaborar uma maquete utilizando apenas materiais reciclados, que retrate uma cidade imaginária lidando com vários desafios ambientais.
- Desenvolver propostas de soluções para esses problemas, fundamentadas nas reflexões e discussões realizadas durante as aulas.

Procedimento:

- Fornecer materiais recicláveis, como papelão, embalagens de remédio, palitos de picolé, sobras de papel crepom e tinta guache, para que os alunos possam retratar um problema ambiental de uma cidade imaginária.
- Solicitar que os alunos sugiram soluções para os problemas ambientais ilustrados na maquete por meio de um texto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A disciplina de Química, muitas vezes vista como complexa e distante da realidade dos estudantes, pode ser transformada em um campo de conhecimento intrigante e acessível. A sequência didática proposta neste material de apoio para os educadores evidencia que é viável adotar estratégias pedagógicas que não só incentivem, mas também favoreçam uma aprendizagem significativa. Nesse cenário, a conexão entre teoria e prática torna-se fundamental para despertar o interesse dos estudantes.

Essa sequência didática sugere a utilização da rotação por estações como uma ferramenta valiosa para a inovação no ensino. Ao criar um ambiente de aprendizagem dinâmico, colaborativo e contextualizado, os educadores podem engajar seus alunos de forma mais eficaz, fazendo da educação uma experiência enriquecedora, transformando a sala de aula em um espaço vibrante de descobertas e aprendizagens significativas.

A proposta contida neste guia para as aulas de Química é uma orientação, embora não seja a única possibilidade. Ao oferecer um conjunto de atividades, o guia se apresenta como um ponto de partida que pode ser ajustado conforme as necessidades e interesses dos alunos, destacando a relevância da flexibilidade no processo educacional.

Cada turma possui características distintas, como o nível de conhecimento prévio, as preferências de aprendizado e o contexto sociocultural. Portanto, as atividades sugeridas devem ser encaradas como uma base que admite expansão ou adaptações. Essa personalização é crucial para assegurar que o aprendizado seja significativo e envolvente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aquecimento global causa 37% das mortes por calor no mundo, diz estudo.

Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/aquecimento-global-causa-37-das-mortes-por-calor-no-mundo-diz-estudo/>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

BACICH, L; NETO, A. T; DE MELLO TREVISANI, F. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Penso Editora, 2015.

BARBOSA, Ruy Madsen. **Descobrimos a geometria fractal: para a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002

DE OLIVEIRA, R.; CACURO, T. A.; FERNANDEZ, S.; IRAZUSTA, S. P. **Aprendizagem Significativa, Educação Ambiental e Ensino de Química: Uma Experiência Realizada em uma Escola Pública**. Revista Virtual de Química, v. 8, n. 3, p. 913-925, 2016.

DINIZ, F. E.; DA SILVA, C. D. D.; DA SILVA, O. G.; DOS SANTOS, D. B. **O Ensino de Química integrado a temas ambientais: Um relato de experiência com escolares do ensino médio**. Research, Society and Development, v. 10, n. 8, p. e25110817378-e25110817378, 2021.

Enchentes na Bahia são claro alerta das mudanças climáticas no Brasil, diz cientista [29/12/2021]. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/rfi/2021/12/29/enchentes-na-bahia-sao-claro-alerta-das-mudancas-climaticas-no-brasil-diz-cientista.htm>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

GUIMARÃES, C. C.; DORN, R. C. **Efeito Estufa Usando Material Alternativo**. Química Nova na Escola, v. 37, n. 2, 2015.

MENDONÇA, A. M. G. D.; PEREIRA, D. de L. **Ensino de Química: Realidade docente e a importância da experimentação para o processo de aprendizagem**. In: V ENID & III ENFOPROF / UEPB, 5, 2015, Campina Grande. Artigo... Campina Grande: Realize Editora, 2015.

MINUTO DA TERRA. **Como os gases de efeito estufa realmente funcionam?** | Minuto da Terra. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=2oxCnVUJCwQ>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

PAULO JUBILUT. **A cidade brasileira que será ENGOLIDA pelo mar.** Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pKKYytT-DRA>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

Retrospectiva: em termos climáticos, 2021 foi um ano de extremos. Disponível em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Meio-Ambiente/noticia/2021/12/retrospectiva-em-termos-climaticos-2021-foi-um-ano-de-extremos.html>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

TAVARES, N. da S. et al. **Análise da percepção de estudantes do Ensino Médio acerca do processo de aprendizagem em Química.** Research, Society and Development, v. 10, n. 2, p. e51110212774-e51110212774, 2021.

APÊNDICE 1

Questionário desenvolvido no aplicativo Socrative

1. O efeito estufa, segundo as teorias mais aceitas pela comunidade científica, vem contribuindo para a elevação média das temperaturas no planeta. Esse é um processo:

- a) natural, porém intensificado pela ação humana.
- b) recente, não tendo registros de sua existência em épocas geológicas antigas.
- c) natural, sem relação com as práticas sociais.
- d) artificial, ou seja, resultado direto da interferência antrópica sobre o meio.

2. A poluição é um grave e preocupante problema urbano da atualidade. Os estudos do assunto demonstraram grande preocupação a respeito das possíveis consequências do “efeito estufa”, que são:

- a) o aquecimento excessivo da atmosfera pelo calor irradiado pelas edificações urbanas.
- b) a elevação da temperatura atmosférica devido ao aumento de gás carbônico proveniente da queima de combustíveis.
- c) o aquecimento excessivo da atmosfera junto à superfície devido à versão térmica.
- d) o grande aquecimento da atmosfera provocado pelo excesso de nuvens.

3. As fábricas modernas têm usado novas tecnologias na pintura automotiva, como o emprego de tintas à base de água, também denominadas hidrossolúveis. O principal resultado disso é a redução do impacto ambiental, devido à menor emissão de solventes, produtos que, na atmosfera, formam dióxido de carbono - CO_2 que aumenta o efeito estufa, e o dióxido de enxofre - SO_2 , que contribui para a chuva ácida. Em relação à classificação dos óxidos CO_2 e SO_2 são, respectivamente:

- a) básico e ácido.
- b) anfótero e neutro.
- c) ácido e básico.
- d) ácido e ácido.

4. As mudanças climáticas estão ocorrendo e já é possível não notar algumas modificações que provavelmente se relacionam com a ação do homem. Assim sendo, são tomadas ações urgentes para que nosso impacto no meio ambiente seja reduzido. O consumo consciente NÃO apresenta relação com o avanço das mudanças climáticas.

Verdadeiro

Falso

5. O efeito estufa planetário consiste em um processo natural em que parte da radiação solar que é absorvida pela superfície terrestre e transformada em calor é impedida de sair da atmosfera terrestre em função de um conjunto de gases denominados de efeito estufa. Entre esses gases, um deles apresenta elevação em sua concentração ao longo das últimas décadas e até os últimos três séculos. Esse gás é o:

- a) vapor d'água.
- b) oxigênio.
- c) dióxido de carbono.
- d) argônio.

6. Um aspecto marcante do mundo, nos dias atuais, é a velocidade das mudanças que ocorrem em todos os setores. Da política à economia, na forma como as sociedades se organizam, tudo se transforma rápida e profundamente. Realidade essa realidade, julgue o item. Para muitos estudiosos, temperaturas extremas, longas estimativas e chuvas torrenciais podem estar ligadas às mudanças climáticas.

Verdadeiro

Falso

7. Qual das seguintes fontes de produção de energia é a mais silenciosa para a diminuição dos gases causadores do aquecimento global?

- a) Gasolina.
- b) Carvão.
- c) Eólica.
- d) Gás natural.

8. Assine uma alternativa que NÃO represente uma ação antrópica positiva:

- a) incentivo de políticas ambientais.
- b) coleta seletiva.
- c) uso de fontes não renováveis de energia.
- d) reflorestamento de áreas desmatadas.

9. Além das florestas, os oceanos são fundamentais na regulação do clima no planeta, pois as plantas aquáticas são responsáveis pela absorção de CO₂ da atmosfera. No entanto, a manipulação ambiental de origem antrópica nos oceanos é intensa, facilitando a vida marinha.

Verdadeiro

Falso

10. Conforme o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, mais conhecido pelas iniciais em inglês — IPCC, o aumento da temperatura média global nos últimos anos deve-se principalmente às emissões de Gases do Efeito Estufa (GEEs), provocadas pelo homem. A esse aquecimento é dado o nome de:

- a) aquecimento global antropogênico.
- b) aquecimento global dos mares.
- c) aquecimento global devido à variabilidade natural.
- d) potencial de aquecimento global.

11. A poluição das atividades industriais e as queimadas de florestas não têm nenhuma relação com o aquecimento global.

Verdadeiro

Falso

12. Um dos efeitos do reflorestamento é promover o sequestro de carbono da atmosfera contribuindo para a diminuição do efeito estufa.

Adicionar pergunta

Verdadeiro

Falso

13. Sabe-se que a chuva ácida é formada pela dissolução na água da chuva de óxidos ácidos presentes na atmosfera. Entre eles, os principais óxidos responsáveis pela chuva ácida são: NO_2 , SO_2 e SO_3 . Indique os nomes dos óxidos, respectivamente:

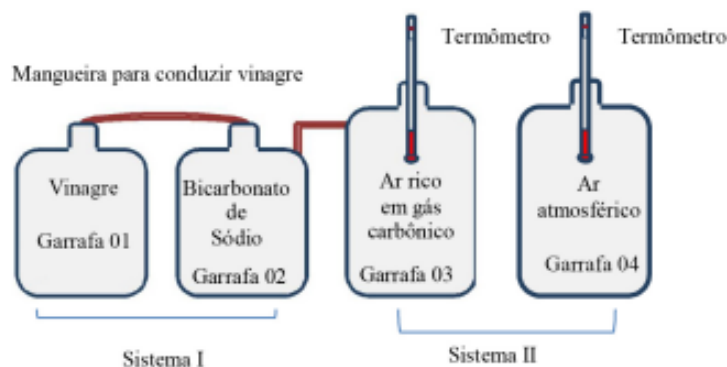
- a) óxido de enxofre, óxido de enxofre II, óxido de enxofre III.
- b) dióxido de nitrogênio, dióxido de enxofre, trióxido de enxofre.
- c) monóxido de dinitrogênio, óxido de dióxido de enxofre, óxido de trióxido de enxofre.
- d) monóxido de dinitrogênio, óxido de enxofre, trióxido de enxofre.

APÊNDICE 2A

Procedimento da atividade experimental realizada na estação 2 que servirá como guia para o professor, de acordo com o experimento proposto por Guimarães e Dorn (2015).

- Numerar as garrafas pet de 500 mL com 1 e 2 e as garrafas de 2 L com 3 e 4.
- Perfurar as tampas das garrafas 3 e 4 o suficiente para a entrada do termômetro e as tampas das garrafas 1 e 2 o necessário para a passagem da mangueira de látex, para montar os sistemas 1 e 2 (Figura 1), em seguida, passar cola quente unindo o termômetro e as mangueiras às tampas.
- Se certificar de que não haja vazamento de gás.
- Furar as garrafas 2 e 3 e interligá-las com uma mangueira de látex que conduzirá o gás carbônico produzido pela reação entre o bicarbonato de sódio e o vinagre (conforme Figura 1). O bulbo do termômetro deve ficar interno às garrafas.

Figura 1: Esquema do experimento (fora de escala)



Fonte: Guimarães e Dorn (2015)

- Retirar o máximo que puder o ar da garrafa 3 (Figura 2).
- Colocar 100g de bicarbonato de sódio na garrafa 2 e acrescentar 250 mL de vinagre na garrafa 1.
- Virar a garrafa 1 e pressionar lentamente para que o vinagre entre em contato com o bicarbonato de sódio e produza o gás carbônico.
- Efetuar esse procedimento até que a garrafa 3 fique completamente preenchida por CO_2 .

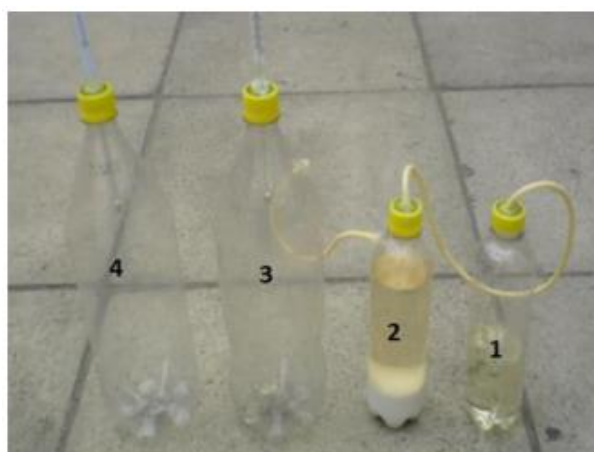
Figura 2: sistema 1 mostrando a garrafa amassada



Fonte: Guimarães e Dorn (2015)

- A garrafa 4 (Figura 3) deverá ficar preenchida com ar atmosférico à pressão ambiente a qual servirá de parâmetro de comparação da variação de temperatura nos dois sistemas (Figura 3).

Figura 3: Experimento montado. Garrafa da atmosfera terrestre, atmosfera rica em CO₂, garrafa com bicarbonato depositado no fundo e garrafa com vinagre (da esquerda para direita



Fonte: Guimarães e Dorn (2015)

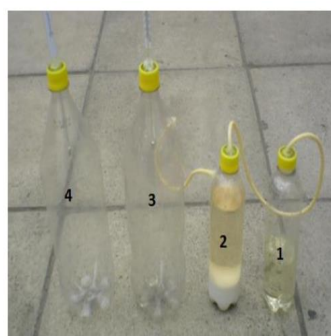
- Colocar o sistema sob a luz de uma lâmpada incandescente com uma potência igual ou superior a 100 W e com mesma distância entre as garrafas 3 e 4 e acione um cronômetro.
- Realizar medidas da temperatura dos dois sistemas a cada minuto, lançar os dados obtidos em uma tabela e, em seguida, em um gráfico para comparar a variação de temperatura em cada um dos sistemas.

APÊNDICE 2B

Procedimento da atividade experimental realizada na estação 2 que deverá ser entregue ao aluno.

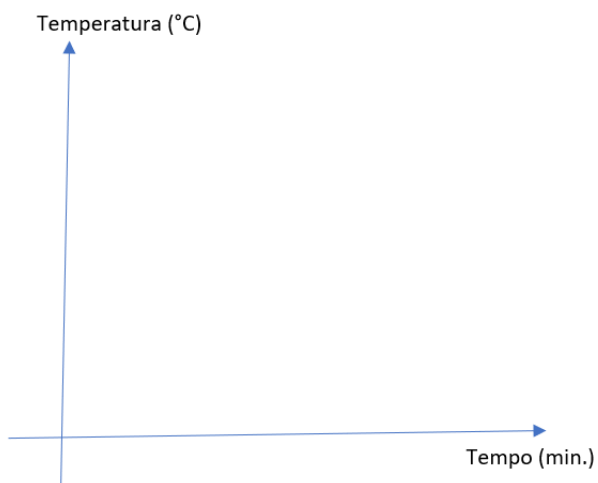
SIGA AS INSTRUÇÕES ABAIXO PARA A REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO:

1 - Retire o máximo que puder o ar da garrafa 3. Acrescente 100g de bicarbonato de sódio na garrafa 2 e 200 mL de vinagre na garrafa 1. Vire a garrafa 1 e pressione lentamente para que o vinagre entre em contato com o bicarbonato de sódio e produza o gás carbônico. Execute esse procedimento até que a garrafa 3 fique completamente preenchida por CO₂.



2 - A garrafa 4 ficará preenchida com ar atmosférico à pressão ambiente a qual servirá de parâmetro de comparação da variação de temperatura nos dois sistemas

3 - Faça medidas da temperatura dos dois sistemas a cada dois minutos, lance os dados obtidos numa tabela e, em seguida, num gráfico para comparar a variação de temperatura em cada um dos sistemas.



APÊNDICE 3

Questionário e links dos textos utilizados na estação leitura

- 1 - Qual é o problema climático retratado no texto?
- 2- Cite 2 impactos ambientais causados por esse problema climático.
- 3- Como a ação humana pode potencializar os prejuízos causados pelos fenômenos naturais citados nas reportagens?
- 4- Sugira uma medida de redução desse impacto.

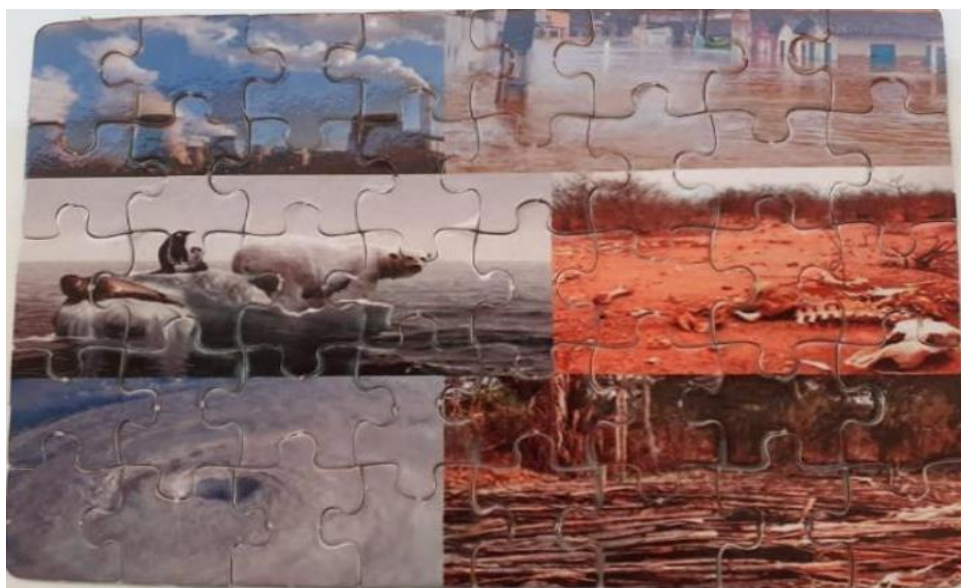
Retrospectiva: em termos climáticos, 2021 foi um ano de extremos (Ambiental Brasil, 2021). (Disponível em: <https://encurtador.com.br/a39TI>)

Enchentes na Bahia são claro alerta das mudanças climáticas no Brasil, diz cientista (Müzell, 2021). (Disponível em: <https://encurtador.com.br/Phy3i>)

Aquecimento global causa 37% das mortes por calor no mundo (Observatório do Clima, 2021). (Disponível em: <https://encurtador.com.br/HaGUg>)

APÊNDICE 4

Os quebra-cabeças foram elaborados pela pesquisadora, e o tamanho sugerido para a sua confecção é de 20 x 30 cm. Abaixo das imagens seguem os links dos quebra-cabeças utilizados na atividade de rotação por estações.



[Link da Imagem do Quebra-cabeça 1](#)



[Link da Imagem do Quebra-cabeça 2](#)