

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EM QUÍMICA
THIAGO MARCONCINI ROSSI

**A CAPTURA DE CO₂ COMO UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO
DE QUÍMICA RELACIONADA À EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

RIO DE JANEIRO

2023

Thiago Marconcini Rossi

**A CAPTURA DE CO₂ COMO UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO
DE QUÍMICA RELACIONADA À EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito necessário à obtenção do grau de Licenciado em Química.

Orientadores: Prof^a. Priscila Tamiasso-Martinhon

Prof^a. Jussara Lopes de Miranda

RIO DE JANEIRO

2023

CIP - Catalogação na Publicação

R833c Rossi, Thiago Marconcini
A captura de CO2 como uma alternativa para o ensino de química relacionada à educação ambiental / Thiago Marconcini Rossi. -- Rio de Janeiro, 2023. 93 f.

Orientadora: Priscila Tamiasso-Martinhon.
Coorientadora: Jussara Lopes de Miranda.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Licenciado em Química, 2023.

1. Dióxido de carbono. 2. Educação Ambiental. 3. Paulo Freire. I. Tamiasso-Martinhon, Priscila, orient. II. de Miranda, Jussara Lopes, coorient. III. Título.

THIAGO MARCONCINI ROSSI

**A CAPTURA DE CO₂ COMO UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE QUÍMICA
RELACIONADA À EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

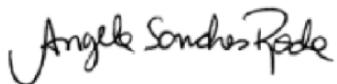
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Química, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito necessário à obtenção do grau de Licenciado em Química.

Aprovada em 04 de agosto de 2023.

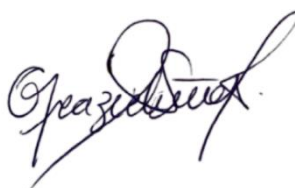
BANCA EXAMINADORA



Priscila Tamiasso Martinhon (Orientadora)
IQ – Universidade Federal do Rio de Janeiro



Angela Sanches Rocha
IQ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro



Grazieli Simões
IQ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

RIO DE JANEIRO

2023

Dedico esse trabalho de conclusão de curso aos meus pais Geneciro Rossi e Maria Aparecida Marconcini, ao meu irmão Filipe Marconcini Rossi, aos meus avós Izidoro Rossi, Nathalina Ciciliote, Ângelo Marconcini e Azolina Mozer e a minha esposa e companheira de todas as horas e aventuras Monique Lombardo de Almeida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço ao meu Deus Javé, Jesus Cristo e Espírito Santo por ter me dado força para trabalhar, inteligência para pensar e fé para continuar.

Agradeço aos meus pais pelo apoio fornecido em todos os momentos da minha vida pessoal e acadêmica. Sempre acreditaram que estudar é o melhor caminho para o desenvolvimento pessoal e profissional, por isso investiram muito em meus estudos.

Ao meu irmão, agradeço por sempre ter estado ao meu lado desde criança, sendo companheiro e amigo.

Aos meus avós destaco o carinho, a atenção e as brincadeiras, por isso agradeço toda essa referência de família. A família é a base para a construção de cidadãos com boa cultura.

Agradeço a Monique, minha companheira nos estudos e nas aventuras vividas. Seu grande apoio quando a ansiedade apertava e as dificuldades surgiam desejo contar contigo sempre.

As minhas orientadoras, professoras Priscila Tamiasso-Martinhon e Jussara Lopes de Miranda, sempre estiveram ao meu lado ajudando e orientando. Com isso, contribuíram muito no meu desenvolvimento como professor. Portanto, muito obrigado professora Priscila Tamiasso-Martinhon e Jussara Lopes de Miranda.

Agradeço à Fundação CECIERJ, ao Consórcio Cederj, a todos os tutores e professores que dele fizeram parte.

Agradeço a Universidade Federal do Rio de Janeiro e ao Instituto de Química pela oportunidade de cursar o curso de licenciatura em química, pois sem dúvida consegui uma excelente formação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Todo indivíduo é dotado de inteligência, pois assim foi concebido. Entretanto, para se desenvolver precisa ser exercitada e isso é feito através da educação. A educação é importante, porque permite o desenvolvimento de um cidadão crítico capaz de contribuir com a sociedade.

(Thiago Marconcini Rossi)

RESUMO

ROSSI, Thiago Marconcini. **A CAPTURA DE CO₂ COMO UMA ALTERNATIVA PARA O ENSINO DE QUÍMICA RELACIONADA À EDUCAÇÃO AMBIENTAL**. Rio de Janeiro, 2023. 93f., Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

A educação ambiental (EA) é o caminho para esclarecer que o meio ambiente é um conjunto de aspectos, sejam eles sociais, políticos, éticos, estéticos, econômicos e culturais. O ambiente em que vivemos é constantemente modificado pela humanidade, que causa desequilíbrios ambientais relevantes. Com a EA, é esperado que os indivíduos assumam atitudes e hábitos que ajudem manter um ambiente saudável e equilibrado. Neste sentido, o efeito estufa pode se destacar como um problema ambiental que tem se agravado com as ações antropogênicas. Dentre os gases estufa que são lançados na atmosfera, o CO₂ se encontra em maior concentração. Desse modo, foi desenvolvida uma pesquisa documental nos anais do ENEQ 2016, 2018 e 2020 sobre o tema EA, contextualizada com o tema efeito estufa e CO₂. O resultado da pesquisa mostrou um pequeno número de trabalhos associando a EA ao efeito estufa e ao gás CO₂. Além disso, foi realizada uma oficina chamada processo de absorção de CO₂, cujo o objetivo foi demonstrar um experimento didático, possível de ser aplicado em sala de aula, que capturasse CO₂ e simulasse uma coluna de absorção, tecnologia muito empregada nas indústrias que produzem gases de combustão. A avaliação dos alunos foi realizada mediante um questionário que utilizou a escala de Likert, que serviu para estimar a evolução do aprendizado. Um questionário inicial foi aplicado para saber os conhecimentos prévios dos alunos, e após a oficina o mesmo questionário foi aplicado e comparado com o inicial. Mediante a análise das respostas do questionário e o diálogo realizado durante a oficina, foi estimado que grande parte dos alunos conseguiu refletir criticamente a respeito do efeito estufa e suas consequências. Portanto, com a oficina foi possível estimular o senso crítico dos participantes sobre um sério problema ambiental, o efeito estufa, e como o CO₂ de fonte antropogênica contribui para este, assim como pode ter sua emissão parcialmente controlada.

Palavras-chave: Dióxido de carbono. Educação Ambiental. Paulo Freire.

ABSTRACT

ROSSI, Thiago Marconcini. **CO₂ CAPTURE AS AN ALTERNATIVE FOR CHEMISTRY TEACHING RELATED TO ENVIRONMENTAL EDUCATION.** Rio de Janeiro, 2023. 93f., Course Completion Work – Institute of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Environmental education (EE) is the way to clarify that the environment is a set of aspects, be they social, political, ethical, aesthetic, economic and cultural. The environment we live in is constantly modified by humanity, which causes relevant environmental imbalances. With EE, individuals are expected to assume attitudes and habits that help maintain a healthy and balanced environment. In this sense, the greenhouse effect can stand out as an environmental problem that has been aggravated by anthropogenic actions. Among the greenhouse gases released into the atmosphere, CO₂ is found in the highest concentration. Thus, a documentary research was developed in the annals of ENEQ 2016, 2018 and 2020 on the theme EE, contextualized with the theme greenhouse effect and CO₂. The research result showed a small number of studies associating EE with the greenhouse effect and CO₂ gas. In addition, a workshop called CO₂ absorption process was held, whose objective was to demonstrate a didactic experiment, possible to be applied in the classroom, which captures CO₂ and simulates an absorption column, a technology widely used in industries that produce gases of combustion. The students' evaluation was carried out through a questionnaire that used the Likert scale, which served to estimate the evolution of learning. An initial questionnaire was applied to find out the students' prior knowledge, and after the workshop the same questionnaire was applied and compared with the initial one. Through the analysis of the questionnaire responses and the dialogue held during the workshop, it was estimated that most of the students were able to critically reflect on the greenhouse effect and its consequences. Therefore, with the workshop it was possible to stimulate the participants' critical sense about a serious environmental problem, the greenhouse effect, and how CO₂ from anthropogenic sources contributes to this, as well as how its emission can be partially controlled.

Keywords: Carbon dioxide. Environmental education. Paulo Freire.

PRELÚDIO

Nasci em 6 de abril de 1989 no município de Iconha, localizado na região sul do estado do Espírito Santo. Cursei o ensino fundamental em escolas públicas e também em escolas particulares. Todo o ensino médio foi cursado em escola particular.

Desde criança sempre gostei de aprender, me destacava na escola como um bom aluno. Até conhecer a Química, a Matemática era a minha disciplina favorita, mas no ensino médio, a disciplina de Química me chamou muito a atenção, porque estudava fenômenos que muitas vezes não podiam ser vistos. Isso não quer dizer que deixei de gostar de Matemática, pelo contrário, percebi que era possível unir as duas disciplinas no curso de Engenharia Química. Então, inicialmente, prestei vestibular para o curso de Bacharelado em Química no Centro Universitário Faesa, localizada em Vitória-ES, meu estado de origem. Entretanto, meu desejo sempre foi cursar Engenharia Química. Como a Faesa não oferecia o curso, decidi trocar de faculdade. Na época, a única instituição de ensino superior do ES que ofertava o curso de Engenharia Química era a Faculdades Integradas de Aracruz (FAACZ), localizada no município de Aracruz-ES, e esse foi o meu próximo destino.

Em Aracruz, aos 17 anos, pude realizar o meu grande desejo de estudar Engenharia Química. Entretanto, assim como Vitória, Aracruz era um município distante da minha cidade natal (Iconha-ES), logo precisei residir a aproximadamente 171 km de distância da casa paterna, as dificuldades de adaptação foram grandes, mas mesmo assim o desafio valeu a pena. O curso de Engenharia Química da FAACZ contava com uma equipe formidável de professores, dentre eles os fundadores do curso: Marcos Roberto Teixeira Halasz, Marcelo Mazza e Flávia Puget (todos doutores formados pela UFRJ). A partir de então, a Engenharia Química começou a fazer parte da minha vida em uma longa rotina diária de estudo. Com muito empenho consegui avançar nas disciplinas, adquirindo rendimento acima da média.

A partir do meu bom desempenho, em 2009, fui selecionado para ser monitor da disciplina de Termodinâmica I, o que me fez despertar o interesse pelo magistério. Além disso, entre os anos de 2010 e 2011 também fui selecionado para o programa de iniciação científica, onde trabalhei no projeto Fabricação de papel artesanal utilizando resíduos fibrosos do processo de despulpamento de frutas. O objetivo do projeto era dar um destino aos resíduos de polpa de frutas, evitando que eles fossem

descartados sem nenhum aproveitamento. A partir disso, foi possível reutilizar um resíduo antes sem utilidade, bem como produzir um produto de interesse decorativo, o papel artesanal. O trabalho de IC me rendeu uma apresentação no VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis – ELECS 2011. Com a IC, me apaixonei pela ciência e foi nesse momento que decidi seguir a carreira de pesquisador.

Em 2011, no final do curso, realizei trabalho de conclusão de curso direcionado para o tratamento de efluentes industriais, intitulado como Redução da periculosidade do efluente de galvanoplastia. O objetivo da monografia foi reduzir a periculosidade do efluente empregando métodos físico-químicos, removendo metais pesados como cádmio, cromo e chumbo a partir da precipitação química com centrifugação, precipitação química integrada com troca iônica (sem centrifugação) e troca iônica. Nesse mesmo ano realizei estágio em uma empresa de tratamento de superfícies metálicas, onde pude aprender as técnicas de cromação e metalização, elas são capazes de proteger a superfície dos metais contra abrasão e corrosão.

Findado o meu curso de graduação em Engenharia Química, pude ter clara as experiências na área acadêmica (monitoria e IC) e industrial (estágio). Dessa forma, pude escolher melhor o tipo de carreira a seguir. Sem dúvidas a carreira acadêmica me despertou muito interesse, por isso decidi ingressar no curso de mestrado acadêmico. Na época, o professor Marcos sugeriu que eu fizesse o mestrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro, pois ele conhecia a instituição e a boa qualidade dos cursos. Então, escolhi fazer a inscrição no curso de mestrado no programa de pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos da Escola de Química. Em seguida dei continuidade aos estudos no doutorado no mesmo programa de pós-graduação. Desde a graduação me identifiquei com a área ambiental, o que me levou a desenvolver pesquisa nessa área, tanto no mestrado quanto no doutorado.

Ao longo da minha caminhada na pós-graduação tive a oportunidade de orientar a iniciação científica de dois alunos de graduação da Escola de Química da UFRJ, o qual, com os resultados dos alunos, participamos da XXXVII Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural da UFRJ no ano de 2015, XXXVII Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica, Tecnológica, Artística e Cultural no ano de 2016.

Fora da Universidade, em 2017, fui convidado a participar de um pré-vestibular solidário na Paróquia Nossa Senhora das Mercês do bairro de Ramos da cidade do Rio de Janeiro, no qual ministrei aulas de química orgânica durante o ano de 2017. Foi a primeira vez que me percebi como professor, pois assumi uma rotina de planejar e ministrar aulas de química, bem como corrigir listas de exercícios. Durante as aulas utilizei com muita frequência o quadro, onde escrevia conteúdos de química orgânica. Os alunos interagem bem comigo e eu com eles. Essas experiências, aliadas com a monitoria em Termodinâmica e as orientações dos alunos de IC, foram muito importantes para me fazer repensar o caminho que queria seguir.

Em 2017 conheci o CEDERJ, um consórcio de Universidades que oferece o curso de Licenciatura em Química na modalidade semipresencial, ideal para mim que ainda cursava o doutorado. Para entrar no curso realizei a prova do vestibular em 2017. No primeiro semestre do ano de 2018 iniciei a Licenciatura no polo de São Gonçalo. A atmosfera do curso foi completamente diferente de tudo o que já tinha vivido, já que antes estava imerso no mundo da engenharia. Na licenciatura a pegada foi voltada para o humano, com o objetivo de formar pessoas que se preocupem em formar cidadãos conscientes do contexto social em que vivem.

No início, as disciplinas foram um pouco confusas, talvez porque ainda estava me ambientando à modalidade EaD. Mas a partir do segundo período tudo começou a se tornar interessante, principalmente quando comecei a cursar as disciplinas pedagógicas e a aprender a fazer plano de aulas. Com isso, percebi que a forma com que eu planejava as aulas lá no pré-vestibular solidário podia ser melhor.

A interação com os tutores e os colegas de turma também me fez perceber a minha vocação para o magistério. Isso foi possível, porque eu já estava na segunda graduação e conseguia ter uma leitura de sala de aula diferenciada. Com isso, pude ajudar meus colegas durante as práticas de laboratório. O tutor também agradecia muito a minha ajuda, já que eu possuía vasta experiência em bancada de laboratório. Tudo isso tornava as aulas práticas mais interessantes tanto para mim, porque praticava o magistério, quanto para meus colegas que, acredito eu, tiveram mais facilidade para entender os conteúdos.

No segundo período de 2022 tive a oportunidade de fazer o estágio obrigatório em um bom colégio localizado próximo a minha casa (Colégio Estadual Olga Benário Prestes). A experiência foi maravilhosa, pois pude vivenciar o ambiente de uma escola pública do Rio de Janeiro. Falar isso parece estranho, já que ouvimos e vemos

constantemente notícias ruins sobre as escolas cariocas. Foi uma surpresa para mim, mesmo sabendo que o colégio é um ponto fora da curva, pois se trata de uma escola modelo.

No Olga pude interagir muito com os alunos, desde o refeitório até os passeios na feira de química. Outro ponto importante do meu estágio foi a convivência com os professores, tive a oportunidade de ter conversas interessantes com os docentes, principalmente com o professor de história que me contou a sua trajetória docente. Também participei de conselhos de classe, ou seja, entendi como é a vida de professor, inclusive as dificuldades.

O grande diferencial do meu estágio foram as aulas de ligações químicas que ministrei. Os alunos mostraram a satisfação com a minha aula, alguns deles chegaram a falar que eu fui paciente, calmo e respeitoso. Outros externaram que conseguiram aprender o que eu ensinei. Dessa forma, com as aulas do estágio pude ancorar definitivamente a minha decisão de ser professor, por isso acredito ter escolhido o caminho correto para a minha carreira profissional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Questionário de sondagem.....	39
Figura 2	- Mapa Conceitual utilizado sobre efeito estufa.....	40
Figura 3	- Aparato Experimental do <i>Kit</i> Processo de Absorção de CO ₂	41
Figura 4	- Distribuição dos trabalhos do ENEQ 2016 por (a) nível de ensino, (b) região do Brasil, (c) tema gerador e (d) estratégia de abordagem.....	45
Figura 5	- Distribuição dos trabalhos do ENEQ 2018 por (a) nível de ensino, (b) região do Brasil, (c) tema gerador e (d) estratégia de abordagem.....	48
Figura 6	- Distribuição dos trabalhos do ENEQ 2020 por (a) nível de ensino, (b) região do Brasil, (c) tema gerador e (d) estratégia de abordagem.....	51
Figura 7	- Questão 1: O CO ₂ é um Gás Presente Naturalmente na Atmosfera. As Atividades Humanas Podem Aumentar a Concentração do CO ₂ na Atmosfera. Questionário (a) Inicial e (b) Final.....	59
Figura 8	- Questão 2: O CO ₂ é um Gás que Pode Provocar o Efeito Estufa. Questionário (a) Inicial e (b) Final.....	60
Figura 9	- Questão 3: o Ser Humano pode Criar Maneiras para Impedir que o CO ₂ seja Lançado na Atmosfera. Questionário (a) Inicial e (b) Final.....	61
Figura 10	- Questão 4: o CO ₂ é um Gás Utilizado na Indústria Química. O CO ₂ Pode Reagir Quimicamente com Alguns Compostos Químicos. Questionário (a) Inicial e (b) Final.....	62
Figura 11	- Questão 5: o Efeito Estufa é um Evento Natural, que Pode Ser Agravado pelas Ações Humanas. Questionário (a) Inicial e (b) Final.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Levantamento bibliográfico dos trabalhos pesquisados no ENEQ 2016.....	44
Tabela 2	- Levantamento bibliográfico dos trabalhos pesquisados no ENEQ 2018.....	47
Tabela 3	- Levantamento bibliográfico dos trabalhos pesquisados no ENEQ 2020.....	50
Tabela 4	- Questão 6: Dentre os Gases Abaixo, Quais Podem Causar o Efeito Estufa?.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGAPAN	- Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural
APP	- Áreas de Preservação Permanente
BBC	- British Broadcasting Corporation
BNCC	- Base Nacional Comum Curricular
CA	- Currículo e Avaliação
CCMN	- Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Cetesb	- Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CFC	- Clorofluorocarboneto
CNNDA	- Campanha pela Defesa e Desenvolvimento da Amazônia
COVID-19	- Coronavírus Disease-2019
CTS	- Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCNEA	- Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental
EA	- Educação Ambiental
EAC	- Educação Ambiental Crítica
EAP	- Ensino e Aprendizagem
EDUSP	- Editora da Universidade de São Paulo
EFD	- Educação em espaços não-formais e divulgação Científica
EIA	- Energy Information Administration
EJA	- Educação de Jovens e Adultos
ENEQ	- Encontro Nacional de Ensino de Química
EX	- Experimentação no Ensino
FACCAT	- Faculdades Integradas de Taquara
FBCN	- Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza
Feema	- Fundação de Engenharia do Meio Ambiente
FP	- Formação de Professores
HCTE	- História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia
HFS	- História, Filosofia e Sociologia da Ciência
IPCC	- Intergovernmental Panel on Climate Change
IPE	- Inclusão e Políticas Educacionais
IQ	- Instituto de Química
LC	- Linguagem e Cognição

LDB	- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MD	- Materiais Didáticos
MEC	- Ministério da Educação
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
NASA	- National Aeronautics and Space Administration
ODS	- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONG	- Organização não governamental
ONU	- Organização das Nações Unidas
OPEP	- Organização dos Países Exportadores de Petróleo
PET	- Polietileno tereftalato
PNMA	- Política Nacional do Meio Ambiente
SD	- Sequência Didática
SEMA	- Secretaria Especial do Meio Ambiente
SIMPEQUI	- Simpósio Brasileiro de Educação Química
STF	- Supremo Tribunal Federal
TIC	- Tecnologias da Informação e Comunicação
UFC	- Universidade Federal do Ceará
UFRJ	- Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNESCO	- Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
UPAN	- União Protetora do Ambiente Natural

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	JUSTIFICATIVA.....	19
1.2	OBJETIVOS.....	20
2	REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	21
2.1	A EVOLUÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO MUNDO.....	21
2.2	EVOLUÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL.....	25
2.3	A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A ETAPA DO ENSINO MÉDIO.....	27
2.4	A PROBLEMÁTICA DA EMISSÃO DE GÁS CARBÔNICO.....	29
3	REFERENCIAL EPISTEMOLÓGICO.....	33
3.1	O MÉTODO PAULO FREIRE.....	33
3.2	PAULO FREIRE E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	35
4	METODOLOGIA.....	38
4.1	PESQUISA DOCUMENTAL.....	38
4.2	PLANEJAMENTO E APLICAÇÃO DA OFICINA DIDÁTICA.....	39
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	43
5.1	LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	43
5.2	A IMPORTÂNCIA DA OFICINA DIDÁTICA UTILIZADA.....	53
5.3	PERCEPÇÕES DO APRESENTADOR SOBRE A OFICINA DIDÁTICA.....	54
5.4	AVALIANDO OS QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL.....	58
5.5	DIALOGANDO COM PAULO FREIRE.....	65
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
	REFERÊNCIAS.....	77
	ANEXO A – PRODUÇÕES BIBLIOGRÁFICAS EM EVENTOS CIENTÍFICOS.....	81

1 INTRODUÇÃO

As atividades humanas impensadas têm trazido sérios problemas ao nosso planeta, como o consumo dos recursos naturais, a poluição vinda do descarte inadequado de resíduos e a produção de novos materiais que não podem ser degradados, transformados ou assimilados pelos ecossistemas naturais. Os danos causados acabam por comprometer todas as formas de vida no planeta.

O Ministério do Meio Ambiente (MMA) define a Educação Ambiental (EA) como sendo um processo permanente de tomada de consciência do meio no qual estamos inseridos e de propagação de uma nova cultura individual e coletiva que impacte positivamente nos problemas ambientais do presente e do futuro (Brasil, 2022). Ela deve ser crítica e emancipatória, atuar no combate à cultura do consumo e às injustiças sociais e ambientais causadas pela maneira errada de se viver e produzir no mundo.

Nessa perspectiva, foram surgindo movimentos socioambientais que pressionam o poder público para a implementação de políticas e legislações ambientais mais assertivas, que busquem conscientizar a atividade humana e refrear os impactos nocivos que emergem dela.

Uma das grandes preocupações é o efeito estufa, causado pela emissão de gases poluidores da atmosfera. Dentre eles, o CO₂ é o de maior destaque, cuja emissão tem se intensificado a cada ano e é comprovadamente o responsável pela elevação da temperatura da Terra. O Observatório do Clima (OC, 2017) apresentou estudos desenvolvidos por Richard Zeebe, da Universidade do Havaí em Manoa, informando que a queima de combustíveis fósseis emitiu 36 bilhões de toneladas de CO₂ em 2014. O Observatório ainda apresentou que em 2015 o Brasil emitiu 2,09 bilhões de toneladas de CO₂ e em 2016, 2,28 bilhões de toneladas. Esses números colocam o Brasil como o sétimo maior poluidor do planeta.

Estudos desenvolvidos pela Administração de Informação de Energia (do inglês: *Energy Information Administration*) (EIA, 2007) previram para o ano de 2030 emissões de 42,9 bilhões de toneladas de CO₂, evidenciando o crescente aumento do lançamento na atmosfera. Os grandes responsáveis pelo aumento da concentração de CO₂ na atmosfera é o desmatamento, a produção de cimento e as fontes de energia não renováveis como gás natural, petróleo e carvão. O Painel

Intergovernmental sobre Mudanças Climáticas (do inglês: *Intergovernmental Panel on Climate Change*) (IPCC, 2022) destaca que desde a era pré-industrial até a atualidade foram emitidas 2,4 trilhões de toneladas de CO₂, sendo 58% entre os anos 1850 e 1989 e 42% de 1990 até 2019. Além disso, dados do relatório apontam que nos últimos 10 anos foram lançados na atmosfera cerca de 17% de todo carbono emitido, o que mostra uma tendência de alta nas emissões de CO₂. Dessa forma, ações que diminuam os lançamentos dos gases de efeito estufa precisam ser realizadas em caráter emergencial. A Educação Ambiental é a melhor maneira de inserir toda a sociedade na discussão de propostas que contribuam para que tais ações sejam planejadas e implementadas.

1.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com o cenário ambiental atual, a vida como conhecemos sofrerá grandes mudanças em consequência dos desequilíbrios provocados pela ação humana (Roos e Becker, 2012). Com isso, é importante conscientizar a sociedade de que é preciso ajustar as nossas necessidades à preservação de um ambiente seguro e saudável. Nesse caminho, a introdução dessa nova consciência já deve ser feita na educação básica; logo, é fundamental o desenvolvimento da educação ambiental nas escolas brasileiras.

A relevância deste trabalho está ancorada na proposta de um conjunto de atividades pedagógicas que inserem a Educação Ambiental em sala de aula para alunos do Ensino Médio, consolidada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como um dos Temas Contemporâneos Transversais do currículo. Dessa forma, torna-se possível discutir conceitos e ideias que cultivem nos alunos uma nova cultura de cidadania ambiental. Logo, a educação ambiental nas escolas inicia um processo transformador nos indivíduos, cuja a intenção é criar uma proximidade saudável entre o homem e a natureza. Com isso, é esperado que reflexões a respeito das questões ambientais sejam consideradas diante da sociedade, possibilitando um futuro sustentável, onde o meio ambiente seja preservado (Roos e Becker, 2012).

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral desse trabalho é elaborar e aplicar uma oficina didática que utilize o tema captura de CO₂, no contexto do efeito estufa, como forma de discutir Educação Ambiental com alunos do ensino médio, empregando-se o referencial da didática freireana.

São objetivos específicos desse trabalho:

- a) Realizar uma pesquisa documental sobre educação ambiental nos anais do ENEQ 2016, 2018 e 2020, contextualizada com os temas efeito estufa e CO₂;
- b) Promover a discussão sobre educação ambiental estimulando o desenvolvimento do pensamento ambiental crítico com grupos de discentes;
- c) Realizar uma oficina sobre captura e absorção de CO₂;
- d) Fazer avaliações de acompanhamento dos ganhos pedagógicos devido à oficina realizada por meio de questionários de *feedback*;
- e) Organizar e desenvolver rodas de conversa sobre efeito estufa e captura de CO₂.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Esta seção se dedica a traçar partes importantes do caminho trilhado pela Educação Ambiental no Brasil e no mundo, destacando a sua concepção pelo movimento ambientalista, as principais conferências internacionais e sua absorção nas legislações brasileiras que tratam da educação. Além disso, encontramos também nessa seção os conhecimentos teóricos envolvidos no fenômeno do Efeito Estufa e, mais especificamente, na emissão de gás carbônico para a atmosfera.

2.1 A EVOLUÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO MUNDO

A preocupação ambiental começou a pairar sobre a sociedade durante o século XX, pois desde a revolução industrial (1760-1840) a humanidade somente se empenhava em explorar o que o mundo podia fornecer em benefício do desenvolvimento econômico, político e social. O século passado foi dominado por grandes avanços científicos, tecnológicos e sociais. A partir desse momento foi possível perceber que o planeta dava indícios de que não suportaria as ações exploratórias provocadas pelo homem (ações antrópicas). Apenas com a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), mais precisamente a partir das explosões das bombas nucleares, a humanidade percebeu que poderia destruir o mundo e, assim, compreendeu a importância de preservá-lo (Sornberger *et al.*, 2014).

O movimento ambientalista foi fortalecido em 1962 com a publicação do livro *Primavera Silenciosa*, de Rachel Louis Carson, que aborda a participação do ser humano na destruição dos biomas pela utilização de pesticidas para a produção agrícola. Nele, é demonstrado que os desejos e as vontades humanas são colocados acima de tudo, inclusive da vida dos animais e espécies, que perecem em prol do desenvolvimento da sociedade. O impacto dessa publicação foi tão grande a ponto de despertar na população mundial uma consciência de que se é necessário fazer legislações mais rígidas, que protejam de forma mais efetiva a degradação do meio ambiente, e cobrar ações contundentes das autoridades (Sornberger *et al.*, 2014).

Dessa forma, a EA emerge do movimento ambientalista, com a necessidade de desenvolver competências, atitudes e valores sociais direcionados à preservação dos recursos naturais, mantendo uma atitude mais consciente em relação ao uso dos

recursos naturais disponíveis no planeta. Essa nova forma de educação tem como principal finalidade promover um ambiente seguro e sustentável para as futuras gerações. Tendo isso em mente, a partir da década de 1970, várias conferências mundiais foram emergindo como forma de promoção do debate dessas questões que incluíssem não apenas as lideranças políticas do planeta, mas também especialistas e diversos movimentos sociais a nível mundial (Reigota, 2009).

A chamada Conferência de Estocolmo, ocorrida em 1972, foi a primeira conferência mundial promovida pela Organização das Nações Unidas (ONU) que, juntamente com os principais chefes de estado da época, discutiu questões relacionadas à degradação do meio-ambiente, buscando-se maneiras para minimizar possíveis impactos ambientais acarretados pelo desenvolvimento econômico. A partir dela, o movimento ambientalista se desenvolveu, dando início à EA contemporânea. Essa conferência foi muito importante, porque se passou a pensar que era preciso educar o cidadão para solucionar os problemas ambientais (Reigota, 2009).

Três anos depois, em 1975, na extinta Iugoslávia, a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) promoveu uma conferência internacional que contou com a participação de ambientalistas de 65 países. Nesse evento, o documento chamado de A Carta de Belgrado alicerçou os princípios que deram origem ao programa internacional de EA, cujo foco era eliminar a pobreza, a fome, a poluição, o analfabetismo e as ações predatórias humanas (Sornberger *et al.*, 2014).

Em 1977, a UNESCO e o Programa de Meio Ambiente da ONU organizam uma nova conferência internacional em Tbilisi, antiga União Soviética. O evento teve como finalidade garantir as estratégias, recomendações, objetivos, características e funções para a EA. Além disso, essa conferência reforçou a importância da participação ativa, concreta e responsável dos indivíduos e de diversos grupos sociais na resolução de problemas ambientais. No Brasil, a Conferência de Tbilisi influenciou fortemente a implantação da Lei 6938/1981, que dispunha sobre o estabelecimento da Política Nacional do Meio Ambiente (Sornberger *et al.*, 2014).

Dez anos mais tarde, em 1987, a Conferência Internacional de Moscou contou com a participação de 100 países, reunindo aproximadamente 300 educadores ambientais. O foco da conferência foi verificar os avanços em relação à EA até aquele momento, bem como direcionar ações para a década de 90. Na ocasião foi percebido a necessidade da EA sensibilizar e transmitir informações, desenvolver critérios e

padrões, orientar para a solução de problemas e tomar decisões, a fim de modificar comportamentos de natureza cognitiva e afetiva (Sornberger *et al.*, 2014).

Conhecida como Rio/92, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento contou com a presença de 170 países, que se reuniram em 1992 no Rio de Janeiro. Desse evento foi originada a Agenda 21, que propôs ações e estratégias que objetivavam melhorar a qualidade de vida no século XXI dentro do contexto da EA. Essa conferência também se destacou por ter sido a primeira a ser aberta à sociedade civil e também pela inclusão das questões ambientais na agenda política mundial. Para o Brasil, a Rio/92 foi importante para o desenvolvimento de políticas públicas direcionadas ao meio ambiente, envolvendo a sociedade civil. Outro ponto de destaque foi a oficialização da Carta da Terra e da Carta Brasileira para a EA, que visa a sustentabilidade e o comprometimento do poder público com a legislação relacionada à EA. Nessa conferência foi, por intermédio de ONG's, formulado o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, mostrando que a preservação ambiental necessita do desenvolvimento da EA (Sornberger *et al.*, 2014).

A Rio/92 foi responsável por promover mais três importantes conferências que a sucederam. A primeira delas, em 1997, foi promovida na cidade grega Thessaloniki, onde avaliou-se o desenvolvimento da EA nos cinco anos precedentes à Rio/92. Na ocasião, ficou evidente que pouco se avançou a respeito da educação e consciência pública para a sustentabilidade. O Brasil reconheceu que as conferências reforçaram e enriqueceram a visão de educação e consciência pública, destacando que a implementação das ações propostas pelas conferências devem ser de responsabilidade dos governos de cada país, da ONU, da sociedade civil e de organizações internacionais (Carniatto, 2007).

Em 2002, a denominada Rio+10, sediada na cidade de Johannesburgo, se caracterizou como a segunda conferência consequente da Rio/92, cujo objetivo foi definir padrões e mudar concepções que direcionam ações sociais, políticas e econômicas, como, por exemplo, medidas de baixo custo para reduzir em 50% a quantidade de pessoas vivendo abaixo da linha da pobreza no mundo até 2015. Além disso, foram debatidas questões como abastecimento de água, saneamento básico e energia para as populações carentes, saúde pública, agricultura sustentável e biodiversidade. A Rio+10 também buscou movimentar ações que implementassem compromissos firmados na Agenda 21. Entretanto, muitas propostas discutidas para

a redução da emissão de poluentes não foram aprovadas pelos principais países desenvolvidos (e também poluidores), como os Estados Unidos e os países integrantes da OPEP (Organização dos Países Exportadores de Petróleo). Dessa forma, os resultados que se esperavam obter com a conferência em prol de um mundo mais sustentável não foram alcançados (Diniz, 2004).

Dez anos depois, em 2012, novamente realizada na cidade do Rio de Janeiro, a Rio+20 reuniu milhares de civis que discutiram um futuro sustentável. Foram estabelecidos compromissos como a redução em 12% das emissões de gases estufa até o ano de 2016 pelas principais metrópoles mundiais. Além disso, foi criado o Banco de Investimentos Verdes que tinha como objetivo fornecer aporte financeiro para o desenvolvimento de uma infraestrutura de baixo carbono. Críticas foram tecidas ao evento, porque o documento firmado se preocupou em reafirmar os compromissos da Rio+20 que não foram concretizados (Sornberger *et al.*, 2014).

De acordo com o Supremo Tribunal Federal (STF, 2023), a Agenda 2030 da ONU foi estabelecida durante a Assembleia Geral das Nações Unidas que aconteceu em setembro de 2015 em Nova York. Esse documento teve como objetivo planejar ações que proporcionem a sustentabilidade até o ano de 2030. Nele estão contidos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dentre eles a erradicação da pobreza que inclui a implementação de pisos salariais dignos, a garantia de água limpa e saneamento que envolve a redução de despejos de substâncias perigosas em corpos hídricos, o acesso à energia limpa que inclui um maior uso das energias renováveis, e a redução das desigualdades sociais a partir da inserção social, política e econômica de todos. Com isso, os povos poderão desfrutar de uma vida digna sem ultrapassar os limites do planeta.

Podemos perceber que os desequilíbrios socioambientais causados pela própria sociedade ao longo dos anos desencadearam a necessidade de serem organizadas ações concretas e efetivas para minimizá-los. Dessa forma, as autoridades mundiais manifestaram a preocupação em se reunir para tentar solucionar esses problemas a partir do estabelecimento de metas a serem cumpridas a médio e longo prazo. Das metas propostas e acordos firmados, poucas ações foram realmente postas em prática e atingidas. Faltou boa vontade política por parte dos principais países desenvolvidos de se comprometer com a causa socioambiental em prol da manutenção de formas de vida saudáveis no planeta. Para esses países,

comprometer-se com a causa implicaria em impactos indesejados em suas economias e, por isso, eles optaram por se abster dos acordos traçados.

2.2 EVOLUÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL

Seguindo os acontecimentos e as tendências mundiais relatados anteriormente, a Educação Ambiental começou a se desenvolver efetivamente no Brasil a partir do movimento ambientalista evidenciado na década de 70. Entretanto, décadas antes, em 1933, cientistas, jornalistas e políticos brasileiros organizaram, no Rio de Janeiro, a primeira reunião nacional sobre políticas ambientais, onde se discutiu a proteção do patrimônio natural do país (Jacobi, 2003). Tais discussões serviram de base para que, em 1934, fosse criado o Código Florestal Brasileiro, documento técnico com a função de preservar os ecossistemas naturais do país.

Na década de 1950, as ações ambientais emergiram em paralelo ao desenvolvimento industrial do país, consolidado pelo governo de Juscelino Kubitschek em seu plano de metas de 50 anos em 5. Em 1955, a União Protetora do Ambiente Natural (UPAN) foi criada por Henrique Luís Roessler, com o intuito de fiscalizar a caça predatória, a utilização de dinamite na pesca, o avanço do desmatamento, a deterioração das margens dos rios, dentre outros assuntos relacionados. A conservação da flora e da fauna se tornou uma preocupação, evidenciada com a criação da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, em 1958 (FBCN). (Jacobi, 2003).

Carente de um aperfeiçoamento, em 1965 foi implementado um outro Código Florestal, agora preocupado também com os recursos hídricos, ambientes costeiros, encostas, dentre outros. Com o novo documento, foram criadas as Áreas de Preservação Permanente (APPs). A Amazônia passou a ser objeto de proteção em 1966, com a Campanha pela Defesa e Desenvolvimento da Amazônia (CNNDA). Os danos ambientais motivados pelas atividades industriais passaram a ganhar importância e, por isso, em 1971, se deu a criação da Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural (AGAPAN), e, em 1973, da Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), que buscou racionalizar os bens naturais. Ainda em 1971, foram criadas a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental (Cetesb), em São Paulo, e a Fundação de Engenharia do Meio Ambiente (Feema), no Rio de Janeiro, que objetivaram controlar a poluição em seus respectivos estados (Jacobi, 2003).

Na década seguinte, por influência dos acontecimentos internacionais provocados pela Conferência de Tbilisi, a Lei federal nº 6938/1981 instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), cujo intuito é preparar a comunidade brasileira para a preservação, melhoria e recuperação do meio ambiente, como forma de preservar a vida e dignidade humana, e propiciar o desenvolvimento socioeconômico do país. Essa lei, vigente até os dias de hoje, deixa claro em seu artigo 4º que as atividades desenvolvidas no país devem promover “à compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico” (Brasil, 1981, p.2). O texto da Lei 6938/1981 passou por várias reformulações ao longo das décadas e, em 2020, foi acrescentado como forma de anexo as principais atividades potencialmente poluidoras e utilizadoras dos recursos ambientais exercidas em nosso país (Brasil, 2023).

Após a redemocratização do país, em 1988, a Constituição Federal reafirmou o compromisso do poder público em assegurar, juntamente com as demais esferas da sociedade, a preservação e manutenção da biogeodiversidade. Em seu artigo 225, ressalta que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado [...]”, e que é dever do Estado e da sociedade “defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”. Além disso, também ficou estabelecido que condutas e atividades causadoras de impactos ambientais são dignas de sanções penais e administrativas, obrigando também aos infratores à reparação dos danos causados (Brasil, 2016, p.131).

As discussões ambientais tomaram enorme proporção no país durante as décadas de 1990 e 2000, com a participação efetiva do Brasil em diversas conferências internacionais, algumas delas sediadas em nosso país. O protagonismo do Brasil nas discussões e no estabelecimento de políticas públicas a nível mundial culminou na inclusão da Educação Ambiental como tema transversal em todos os níveis de escolaridade, desde a Educação Infantil até o Ensino Superior a nível de Pós-graduação.

Em 1999, a Lei nº 9795 definiu o que é a Educação Ambiental e estabeleceu que ela é “componente essencial e permanente da educação nacional” e, por isso, deve estar presente “em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.” (Brasil, 1999, p.1). Dessa forma, a Lei 9795/1999 instituiu os princípios básicos da EA e seus objetivos, assegurando a sua importância como parte do processo educativo dentro e fora da escola. Além disso, a lei deixa claro os

espaços formais que devem desenvolver a EA em seus currículos, e os espaços não-formais que devem promover ações e práticas voltadas à sensibilização da população sobre as questões ambientais. Dentre as ações não-formais, a lei estabelece a Campanha Junho Verde, observando o conceito da Ecologia Integral (Brasil, 2022).

Dessa forma, em 2012, a Educação Ambiental foi incluída no texto da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 9394/1996, onde versa, no artigo 26, §7º, sobre a sua inclusão nos currículos de Ensino Fundamental e Médio, a saber: “Os currículos do ensino fundamental e médio devem incluir os princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental de forma integrada aos conteúdos obrigatórios.” (Brasil, 2012, p.20). Entretanto, em 2017, com a homologação da Base Nacional Comum Curricular, a EA é retirada do texto da LDB e é discutida na Base, como um dos Temas Contemporâneos Transversais, no caderno – Meio Ambiente: Educação Ambiental e Educação para o consumo. Neste caderno é destacado que espera-se que os alunos da Educação Básica, ao utilizarem os conhecimentos de EA de acordo com a sua idade, sejam capazes de “estabelecerem julgamentos, tomar decisões e atuar de forma crítica e reflexiva em relação aos problemas ambientais e suas soluções possíveis, na vida em sociedade.” (Brasil, 1999, p.26).

Fica evidente que a década de 1990 foi um período importante para a consolidação das políticas ambientais brasileiras a nível legislativo, acompanhando as tendências mundiais. A partir daí, foi criada uma consciência de que, mais do que regulamentar e fiscalizar as práticas nocivas ao meio ambiente, é preciso inserir os valores de sustentabilidade no fazer educação, de forma que se estabeleça uma nova cultura que se preocupe com os impactos gerados por nossas ações individuais e coletivas.

2.3 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A ETAPA DO ENSINO MÉDIO

A Educação Ambiental não é uma cultura seletiva, onde apenas uma parcela da sociedade pode tomar parte; ela é um processo coletivo e, assim sendo, é de suma importância que ela faça parte da educação formal. Com ela, podemos formar cidadãos críticos, capazes de resolver problemas do dia-a-dia, de pensar e promover a justiça social, e de zelar pela manutenção do ambiente em que vive.

A BNCC é o pilar de todo o sistema educacional do Brasil. Ela é uma referência para a elaboração do currículo e suas propostas pedagógicas e, assim sendo, é

responsável por nortear a qualidade da educação do país. Almeida *et al.* (2022) destacam que:

Para a etapa do Ensino Médio, a BNCC destaca primeiramente o tipo de juventude plural que deseja formar: sujeitos acolhedores à diversidade, protagonistas de seus estudos e de seus projetos de vida, e que sejam capazes de pautar suas escolhas em hábitos saudáveis, sustentáveis e éticos. (*Ibid.*, 2022, p.3)

No âmbito de suas competências, a BNCC se alinha à Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), e admite que a educação precisa garantir valores e incentivar atitudes que colaborem para a mudança da sociedade, tornando-a mais humana e justa, bem como preservar o meio ambiente (Brasil, 2013). Dentre as competências gerais da BNCC, podemos destacar duas delas que mais se alinham com os ideais do fazer Educação Ambiental:

[...] argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. (Brasil, 2018, p.9)

[...] agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários. (*Ibid.*, p. 10)

Como mencionado anteriormente, a EA está incluída na BNCC em um de seus cadernos de Temas Contemporâneos Transversais, nomeado – Meio Ambiente: Educação Ambiental e Educação para o consumo. Segundo este caderno, a inserção do tema Meio Ambiente no currículo escolar está amparada pela Lei 9795/1999 e pode ser trabalhado em todas as faixas etárias de estudantes, distribuídas nas diferentes etapas e modalidades da Educação Básica (Brasil, 2022).

Ainda segundo esse caderno, as experiências proporcionadas pela EA aos alunos impactam diretamente na formação de sua cidadania ambiental, e deixa claro que:

Em uma sociedade de consumismo desenfreado, é necessário que se desenvolva o senso crítico e se discuta a questão do equilíbrio ambiental e do desenvolvimento de hábitos saudáveis e sustentáveis, preparando os estudantes para exercer uma cidadania planetária, para enfrentar os desafios ambientais do século XXI e planejar seu futuro de forma consciente e responsável, sobretudo, em tempos que a sustentabilidade se assume como um valor em destaque. Semelhante à ideia de poupar, financeiramente, a Educação Ambiental, visa construir trajetórias de aprendizagem para que o estudante perceba que, uma vida melhor está diretamente relacionada ao ato de planejar o futuro em sociedade, numa perspectiva ambientalmente sustentável. (Brasil, 2022, p. 26).

Nesse sentido, é importante destacar que a EA precisa se preocupar com o ambiente o qual o aluno faz parte como, a cidade, a escola e o bairro. Uma vez analisados, esses ambientes dão uma visão de ecossistemas, economia, sociedade, política, cultura, história e geografia. Logo, o aluno percebe a realidade ao seu redor, podendo intervir quando achar necessário. Para facilitar essa percepção, o professor precisa desenvolver atividades que estimulem o aluno a participar, a pesquisar e a se integrar com os temas ambientais, ou seja, ser um agente ativo no processo de ensino-aprendizagem (Silva, 2003).

A organização do ensino da EA deve ser capaz de criar oportunidades em que os alunos utilizem os seus conhecimentos e atuem ativamente nas demandas da comunidade em que fazem parte. No caso dos alunos de Ensino Médio, para que a EA seja eficiente, é importante analisar os marcos históricos mundiais e brasileiros dentro de uma abordagem política, econômica e social. A pedagogia associada às questões ambientais precisa ser definida, fazendo parte de todo o ano letivo e dentro de uma perspectiva filosófica holística (Silva, 2003).

2.4 A PROBLEMÁTICA DA EMISSÃO DE GÁS CARBÔNICO

Jean Baptiste Fourier foi o primeiro a estudar cientificamente a temperatura do planeta Terra. Como a maior parte da energia que chega na Terra advém do Sol, e o planeta recebe constantemente sua energia, caso toda ela fosse absorvida, a temperatura aumentaria indiscriminadamente. Logo, Fourier admitiu que parte dela é dissipada sendo refletida para o espaço. Em planetas que possuem atmosfera substancial, como é o caso da Terra, o aquecimento da superfície se dá porque parte da radiação fica presa abaixo da camada de gases atmosféricos, sendo refletida inúmeras vezes. Devido ao efeito estufa, a temperatura média da superfície da Terra é de 15 °C, um valor que permite a existência de vida tal qual conhecemos (Junges *et al.*, 2018).

A atmosfera terrestre tem em sua composição gases como nitrogênio (78%), oxigênio (21%), argônio (0,9%), dióxido de carbono (0,037%) e outros gases (0,063%). Além do dióxido de carbono (CO₂), os outros gases presentes naturalmente na atmosfera e que contribuem para o efeito estufa são vapor d'água (H₂O), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Mesmo em baixíssimas concentrações, essas espécies químicas gasosas mantêm o planeta aquecido o suficiente para manter a vida. É

importante destacar que é a biosfera a responsável por regular a composição química da atmosfera, pois é ela que absorve e emite os gases da e para a atmosfera. Esse equilíbrio é possível graças aos ciclos biogeoquímicos; caso o equilíbrio seja alterado, a temperatura do planeta pode aumentar ou diminuir (Junges *et al.*, 2018).

John Tyndall, a partir de seus estudos, contribuiu para a explicação dos mecanismos do efeito estufa. Tyndall utilizou um espectrofotômetro, construído por ele mesmo, para investigar as propriedades dos gases estufas que proporcionam a capacidade de absorção da radiação infravermelha. Dessa forma, foi verificado que o CO₂ e a H₂O conseguem absorver luz, mas O₂, N₂ e H₂ não possuem essa propriedade (Junges *et al.*, 2018). Tyndall de fato contribuiu para o entendimento do efeito estufa. Entretanto, é importante destacar que a norte-americana Eunice Foote foi a responsável por descobrir as primeiras evidências desse fenômeno natural. Os experimentos de Eunice, mesmo amadores, conseguiram dar indícios de que o CO₂ quando aquecido pelos raios do sol promove aumento de temperatura. Na época, Foote instalou um termômetro em um cilindro de ar comum e outro num cilindro de CO₂, e pôs ambos os sistemas expostos ao sol. Ela observou que aquele contendo CO₂ aquecia mais (Alvim, 2023). A partir disso, a norte-americana constatou:

Uma atmosfera com esse gás poderia dar à nossa Terra uma alta temperatura; e, como alguns supõem, se em algum período da história o ar fosse misturado com ele [dióxido de carbono] em uma quantidade maior do que no presente, um aumento de temperatura [...] deve ter sido o resultado (Alvim, 2023).

Barry e Chorley (2013) destacam que, além do CO₂, CH₄, H₂O e N₂O, outros gases como o ozônio (O₃) e os clorofluorocarbonetos (CFCs) contribuem significativamente para o agravamento do efeito estufa. Os CFCs são gases que já foram utilizados em aerossóis e em sistemas de refrigeração, mas que foram proibidos depois de serem associados ao efeito estufa. Esses gases não absorvem a luz visível advinda do sol, mas, por outro lado, a radiação infravermelha refletida da superfície da Terra para o espaço é sim absorvida por essas espécies gasosas. Depois de absorvida pelos CFCs, a radiação infravermelha é refletida em todas as direções, onde uma parte volta para o espaço e a outra se mantém na baixa atmosfera, o que promove o efeito estufa.

Como já descrito, os gases estufa presentes na atmosfera são os responsáveis por manter o planeta aquecido. E, assim sendo, se a concentração desses gases aumentar, uma maior quantidade de radiação infravermelha é absorvida e mais

energia na forma de calor será armazenada, aumentando a temperatura da superfície. Logo, o aquecimento global pode ser pensado como uma nova condição de equilíbrio atingida como resposta ao aumento da concentração dos gases estufa na atmosfera (Junges *et al.*, 2018).

Cientistas da NASA conseguiram quantificar que o vapor d'água tem uma contribuição de 50% para o efeito estufa, as nuvens 25%, o CO₂ 20% e 5% para os demais gases. Parece incoerente nos preocupar com as emissões de CO₂ ao invés do vapor d'água, mas não é. Isso porque o CO₂ não é condensável e consegue se manter na atmosfera por centenas de anos, ou seja, a sua concentração é cumulativa, o que intensifica sua capacidade de aquecimento (Junges *et al.*, 2018).

Se as emissões de gases estufa, e principalmente de gás carbônico, não reduzirem, algumas consequências podem acontecer, como: (i) aumento no nível dos oceanos, resultado do derretimento das geleiras das calotas polares e de regiões montanhosas, o que promoverá inundações das áreas costeiras, (ii) calor intenso, mudanças pluviométricas e intensificação das tempestades, (iii) aumento da biomassa, pois com a grande disponibilidade de CO₂ a função clorofiliana é acelerada, (iv) intensas alterações na vegetação e (v) surgimento e intensificação de doenças, bem como o aparecimento de insetos nocivos e vetores, resultando em graves modificações sociais (Junges *et al.*, 2018).

Grande parte do CO₂ presente na atmosfera provém das atividades humanas, ou seja, das chamadas de atividades antropogênicas. O aumento da sua concentração na atmosfera global se deu no final do século XVIII com a Revolução Industrial, mais precisamente com o aumento da queima dos combustíveis fósseis. Atualmente, o teor de CO₂ na atmosfera é de aproximadamente 365 mL/m³, e estimativas apontam para uma tendência de crescimento nos próximos anos. Por ano, são emitidas 2650 bilhões de toneladas de CO₂ no mundo e, sendo a sua permanência na atmosfera de cerca de 100 anos, é importante criar maneiras para reduzir essas emissões (Tolentino; Rocha-Filho, 1998).

No Brasil, a principal fonte de produção de CO₂ é a queimada das florestas, com destaque para a Floresta Amazônica, o bioma do cerrado e os canaviais. A queima dos combustíveis fósseis, principalmente os derivados do petróleo, também tem grande importância nessas emissões. O Brasil é grande produtor de rebanho bovino, por isso o país contribui significativamente com as emissões de metano. Além disso, periodicamente grandes áreas com cobertura vegetal são inundadas, como é o

caso do Pantanal, e isso gera decomposição de matéria orgânica, que libera CH_4 para a atmosfera (Tolentino; Rocha-Filho, 1998).

Diante do crescimento da emissão de CO_2 , medidas mitigatórias precisam se intensificar para que a quantidade do gás presente na atmosfera diminua, reduzindo os impactos ambientais. O reflorestamento pode ser uma alternativa para capturar CO_2 , já que os vegetais capturam carbono para fotossíntese. Ao contrário, quando uma floresta é queimada grandes prejuízos ambientais estão associados, primeiro pela emissão do CO_2 na reação de combustão e segundo pela ausência dos vegetais para a absorção do gás. Outra forma de reduzir a concentração do gás carbônico na atmosfera é a utilização de fontes de energia renováveis como, por exemplo, energia solar, energia eólica, energia hidráulica, biomassa, hidrogênio e calor geotérmico (Araújo *et al.*, 2018).

Alguns métodos também podem ser empregados para a captura de CO_2 , como por exemplo absorventes líquidos, adsorventes sólidos e membranas seletivas. Aminas, carbonato de sódio aquoso, carbonato de potássio aquoso, solução aquosa de amônia, soluções aquosas alcalinas, e líquidos iônicos são capazes de absorver CO_2 em meio aquoso; zeólitas, compostos tipo hidrotalcita e carvão ativado são alguns adsorventes sólidos que capturam CO_2 ; e membranas de paládio, cerâmicas e poliméricas são exemplos de membranas seletivas para CO_2 (Huhe; King; Chuang, 2023; Lin *et al.*, 2023; Ahmadijokani *et al.*, 2023).

3 REFERENCIAL EPISTEMOLÓGICO

Paulo Reglus Neves Freire foi um educador e pensador brasileiro de notoriedade mundial, consagrado Patrono da Educação Brasileira. Seu trabalho como educador se destaca por ter levado a educação a um caráter popular, focado na escolarização da população entrelaçada com a formação de cidadãos críticos a realidade do mundo. Esse feito, juntamente com suas inúmeras obras, norteiam e inspiram o trabalho de educadores no mundo inteiro até os dias de hoje, pois é reconhecida toda a sua contribuição para a história da pedagogia mundial.

Em sua obra *Política e Educação*, Freire (1993) destaca que a educação deve ser libertadora, de forma a provocar no aluno uma tomada de consciência, para que ele seja agente de transformação social. Ou seja, nas palavras de Freire (1993), a educação deve proporcionar que os sujeitos sejam capazes de “ler o mundo e transformá-lo”. Além disso, a prática educativa deve ser fruto de constante reflexão por parte dos educadores, para garantir que esta seja uma ação democrática e afetiva. Para Freire (1996), a prática docente sem criticidade e sem pesquisa científica, ou seja, uma prática espontânea, produz um saber ingênuo que carece de rigorosidade metódica e se afasta do pensar certo.

3.1 O MÉTODO PAULO FREIRE

O método Paulo Freire teve sua origem na Educação de Jovens e Adultos (EJA) e é considerado um ato político, que transforma e conscientiza o educando. Composto por cinco fases que visam reorganizar a práxis pedagógica, o método é centrado em dois aspectos importantes. O primeiro está relacionado ao círculo de cultura, ou seja, à construção do conhecimento utilizando as experiências de vida dos educandos. Essa prática substitui o espaço pedagógico rígido, ou seja, a sala de aula organizada em fileiras com o professor no centro expondo os conteúdos para os alunos sem conhecimento (modelo organizativo), algo reprovado por Freire.

O segundo aspecto está relacionado à prática do professor que, de certo modo, possui conexão com o círculo de cultura. Para Freire o educando não é um recipiente que precisa ser preenchido e, portanto, o professor constrói o conhecimento em conjunto com o educando. Nesse contexto, os saberes do professor aliados àqueles

já existentes nos alunos estabelecem o diálogo dos saberes, transformando a práxis pedagógica. (Dickmann; Dickmann, 2020).

O método se preocupa em conhecer o vocabulário e as vivências dos educandos e, partindo disso, o professor tem melhores condições de planejar formas de comunicação com os alunos, fazendo com que eles compreendam com mais facilidade os conteúdos. Pelo diálogo o professor deve identificar palavras geradoras que servirão de referência para a construção do conhecimento. Então, o professor deve mediar um trabalho intenso de reconhecimento de mundo pelo aluno, a partir do seu próprio mundo. Isso significa que a partir das palavras escolhidas os estudantes serão estimulados a desenvolver ideias, raciocínios e pensamentos críticos, onde gradativamente o conhecimento significativo vai sendo construído (Dickmann; Dickmann, 2020).

A concepção pedagógica de Freire está fundamentada em três núcleos importantes: (i) o contexto de vida, tanto dos educandos quanto dos educadores, (ii) o diálogo como método de libertação, nesse caso envolvendo a participação dos educadores e educandos e (iii) politicidade do ato educativo, onde o próprio Freire dizia que “todo ato pedagógico é um ato político, e todo ato político é em si um ato pedagógico” (Garcia, 2021). O educador em seu ato pedagógico busca compreender o educando; com isso ele conseguirá entender melhor a sua prática pedagógica, o mundo do educando e o seu próprio. Com o diálogo, a interação entre educador e educando se torna possível; sem essa conexão é praticamente impossível o educador conhecer o educando, o que anularia o método. O ato educativo é político, porque problematiza o contexto concreto, e isso só pode ser feito através do diálogo. Dessa forma, a prática pedagógica promoverá transformações e formará um cidadão crítico para atuar em sociedade (Dickmann; Dickmann, 2020).

A proposta de Freire é muito interessante, porque o processo de ensino-aprendizagem não parte de uma situação desconhecida pelo aluno, mas sim de uma vivência do mesmo. Logo, é muito mais fácil para o aluno aprender, já que ele entende o contexto e consegue desenvolver um pensamento estruturado, expondo suas ideias e opiniões de forma clara e consciente. Com isso um pensamento crítico é desenvolvido. Talvez tenha sido por isso que Freire conseguiu alfabetizar trezentos cortadores de cana em um curto período de tempo, pois o educador dialogava com os alunos utilizando uma linguagem familiar deles. Dessa forma, os educandos desenvolveram grande interesse pelo assunto e aprenderam rápido.

3.2 PAULO FREIRE E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

No Brasil, a EA possuía uma abordagem tecnicista, comportamentalista ou com opções simplesmente instrumentalista e biologizante. Na década de 1970, a EA mudou os seus aspectos, abandonando a visão naturalista para adotar um posicionamento mais crítico. Entretanto, a EA ainda precisa ser encarada como um ato político, uma vez que é de seu escopo analisar as associações culturais, sociais, políticas e econômicas que envolvem os indivíduos e a natureza, bem como o relacionamento interpessoal (Schumacher; Rocha; Martinez, 2015).

A Educação Ambiental permite a ação política quando educa para a cidadania, formando uma sociedade que se responsabiliza pelo meio ambiente. Os educadores ambientais têm a missão de resgatar e desenvolver o respeito mútuo, a solidariedade, a responsabilidade e os valores. Além disso, eles precisam se empenhar em estimular uma visão geral e crítica dos aspectos ambientais, bem como promover uma perspectiva interdisciplinar que recupere e construa saberes (Schumacher; Rocha; Martinez, 2015).

O artigo 12 das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) de 2012 recomenda princípios direcionados para a “construção de sociedades justas e sustentáveis, fundadas nos valores da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade, sustentabilidade e educação como direito de todos” (Brasil, 2012, p. 2). Fica claro que a EA vai além da preservação da natureza e indica que os aspectos sociais e naturais estão conectados, devendo ser abordados a partir do diálogo crítico e reflexivo. Logo, a natureza e a sociedade podem ser transformadas mediante a criação de novas tecnologias, culturas e políticas (Schumacher; Rocha; Martinez, 2015).

Paulo Freire mesmo sem direcionar seus trabalhos para a EA já alertava para a necessidade de respeitar o meio ambiente e a relação mútua com os seres humanos. Ele disse que devíamos respeitar, de forma ética, além da vida humana também os animais, os pássaros, os rios e as florestas. E, com amor, devemos problematizar a realidade sempre levando em conta o diálogo. Dessa forma, a consciência crítica ambiental aflorará e a EA será uma prática libertadora. Outra prova da relação de Freire com a EA foi o seu desejo de ser lembrado como um homem que amou o mundo em todos os seus aspectos: a vida, as pessoas, a terra, os bichos, a

água e as árvores, ou seja, o ambiente na sua totalidade (Schumacher; Rocha; Martinez, 2015).

O fazer EA é sempre um processo coletivo e voltado para o bem comum, que se compromete em preservar e transformar a sociedade e o mundo em um ambiente agradável de se habitar. A Educação Ambiental Crítica (EAC) deve apoiar condutas que estabeleçam reflexões e práxis social que relacionam a natureza e a vida, proporcionando transformações da maneira como nos colocamos diante do mundo. A EAC se coloca como uma educação que permite humanizar os indivíduos diante de aspectos históricos e sociais, onde eles assumem uma postura responsável para com o próximo e o ambiente em que vivem. Uma outra concepção para a EAC é aquela definida dentro de um contexto sociocultural e econômico, nesse caso a interdisciplinaridade é uma condição epistemológica para compreender a dificuldade ambiental (Miranda *et al.*, 2022; Gomes; Miranda; Silva, 2020). A educação ambiental crítica rejeita o antropocentrismo, o tecnicismo que resolve os problemas ambientais e a instrumentalização que domina a humanidade e a natureza (Arrais; Bizerril, 2020).

Paulo Freire retrata uma pedagogia crítica que se preocupa com a educação libertadora, sendo direcionada para construir uma nova sociedade. Para isso, o cenário opressor e injusto deve ser superado por meio da ação e da reflexão. Logo, um ambiente democrático e justo prevalecerá, dando destaque para a ética do indivíduo. Dessa forma, o ser humano é considerado em todos os seus aspectos, ou seja, a sua realidade histórica e inacabada. Quando assume uma postura transformadora estimula uma nova sociedade (Arrais; Bizerril, 2020). As concepções freireanas podem contribuir para a EA no que diz respeito à:

(i) explorar abordagens além da concepção bancária, (ii) discutir o processo de transição da consciência ingênua para a crítica por meio de uma educação libertadora, problematizadora e popular, voltada para a superação da opressão e dos efeitos do capitalismo na desagregação entre humanidade e natureza, (iii) apostar na educação como um processo dialógico pelo qual os seres humanos se educam, em conjunto, mediatizados pelo mundo, e que não pode ser resumida a puro ativismo, (iv) desvelar as situações-limites que marcam a realidade opressora e desumanizante e (v) acreditar em uma educação que prioriza o desenvolvimento de um pensamento crítico para o rompimento de tais situações, evidenciando uma preocupação com a injustiça e exclusão social que atinge as classes populares (Arrais; Bizerril, 2020).

Em Pedagogia da Autonomia, Freire demonstrou a necessidade de se realizar ações que promovam mudanças no cenário socioambiental e nas injustiças sociais presentes na sociedade capitalista. O educador estimulou reflexões utilizando algumas vivências do cotidiano dos alunos como, por exemplo, a poluição dos rios

associada à situação de mal-estar dos indivíduos e os riscos sanitários oferecidos pelos lixões. Com esses exemplos, Freire também quis expor o desfavorecimento social sofrido pelas pessoas mais humildes, já que rios poluídos e lixões só são encontrados em bairros pobres. Contudo, o objetivo do educador foi mostrar que os indivíduos são capazes de analisar criticamente a realidade ambiental, realizando ações responsáveis que previnam e superem as questões socioambientais (Arrais; Bizerril, 2020).

Adequar a sociedade às atitudes e princípios que estabelecem o ecologicamente correto é adotar uma EA bancária, que despreza as vivências pessoais e destaca uma postura comportamental. Logo, a classe dominante determina o que deve ser adotado, impedindo a problematização e o questionamento. Dessa forma, as questões socioambientais seguem padrões definidos, sem possibilidade de transformação, ou seja, não há atuação crítica (Arrais; Bizerril, 2020).

Freire destacou que sociedade e natureza não podem ser constituídas separadamente, pois o homem faz parte das relações mundo-natureza. Isso possibilita conceber a educação ambiental que envolve uma práxis dialógica, permitindo compreender o mundo e desenvolver uma consciência ecológica. A partir disso, é possível a identificação dos problemas e refletir sobre as possibilidades sustentáveis que permitem uma relação harmônica entre a natureza e a sociedade. Além disso, o educador atribui o indivíduo como sendo um ser inacabado, passível de ser transformado dentro dos princípios da ética de responsabilidade, assumindo uma consciência de mundo como lugar aonde se dão as relações homem-homem e homem-natureza. Dessa forma, a educação ambiental precisa dar importância aos aspectos histórico-cultural dos eventos, permitindo a modificação de atitude dos indivíduos o que leva a construir uma sociedade sustentável pautada em políticas transformadoras (Dickmann; Carneiro, 2012).

A partir da aderência de uma consciência inter-relacional, o homem pode problematizar questões socioambientais cotidianas como, por exemplo, lixões, mudanças climáticas, pobreza, globalização e tecnologia. Dessa forma, é possível relacionar diversos segmentos sociais: éticos, econômicos, tecnológicos, políticos, culturais, etc. Com isso, é possível exercer uma educação libertadora crítica, onde o indivíduo percebe que é capaz de transformar a realidade mediante a participação ativa em decisões e ações relacionadas à espaços socioambientais (Dickmann; Carneiro, 2012).

4 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho é constituída pelas seguintes etapas: (i) pesquisa documental nos ENEQ 2016, 2018 e 2020, relacionando a EA com o efeito estufa e o CO₂, (ii) planejamento e aplicação de uma oficina didática com acompanhamento da aprendizagem dos alunos participantes, empregando questionários e roda de conversa.

4.1 PESQUISA DOCUMENTAL

A pesquisa documental foi de caráter qualitativo-descritivo em Trabalhos Completos (TC) e Resumos Simples (RS) dos anais do ENEQ 2016 (Florianópolis), 2018 (Rio Branco) e 2020 (Pernambuco). A partir disso, foi realizada uma análise crítica de documentos relacionados à EA com base nos descritivos: “ambient”, CTS, efeito estufa, CO₂, “dióxi” e gás carbônico. Os descritivos foram pesquisados separadamente nos títulos, resumos e palavras-chave. Com isso, os textos foram selecionados como pertinentes quando o assunto tinha relação com a EA. Todos os textos foram pesquisados em arquivos digitais. A pesquisa levou em consideração todas as áreas temáticas.

O levantamento foi realizado por busca de palavras, utilizando os descritivos escolhidos. A partir disso, foi analisado o título do trabalho. Sendo o título pertinente com o escopo EA, o resumo do texto foi analisado para verificar a possibilidade de escolha do trabalho. Mediante a comprovação da pertinência do texto, uma leitura com maior riqueza de detalhes foi processada a fim de extrair informações de maior importância.

A partir do conjunto de textos selecionados, foi feita uma classificação em RS e TC. Depois disso, para cada descritivo, foram contabilizadas as quantidades de trabalhos por classe de texto e dentro de cada classe foi feita uma divisão por áreas temáticas, bem como a contagem do número de textos por área. Com a intenção de mapear os documentos, os textos foram classificados por regiões do Brasil e nível de ensino. O nível de ensino foi considerado somente o do primeiro autor, que para fins práticos é o autor principal do texto.

4.2 PLANEJAMENTO E APLICAÇÃO DA OFICINA DIDÁTICA

A oficina didática foi elaborada tendo como referência estrutural o trabalho de Araújo (2013), onde foram planejados três momentos para serem aplicados em quarenta minutos. No primeiro momento, de aproximadamente 5 minutos, foi aplicado o questionário inicial (Figura 1), esquematizado para investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática efeito estufa e dióxido de carbono (CO₂). O questionário foi composto por seis questões fechadas, em que cinco delas adotam a escala de Likert com 5 graduações (de discordo muito a concordo plenamente) (Cunha, 2007).

Figura 1 - Questionário de sondagem

Legenda: 1-discordo muito, 2-discordo, 3-neutro/indiferente, 4-concordo, 5-concordo plenamente

1. O CO₂ é um gás presente naturalmente na atmosfera. As atividades humanas podem aumentar a concentração do CO₂ na atmosfera.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. O CO₂ é um gás que pode provocar o efeito estufa.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. O ser humano pode criar maneiras para impedir que o CO₂ seja lançado na atmosfera.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. O CO₂ é um gás utilizado na indústria química. O CO₂ pode reagir quimicamente com alguns composto químico.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. O efeito estufa é um evento natural, que pode ser agravado pelas ações humanas.

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

6. Dentre os gases abaixo quais podem causar o efeito estufa?

() O₂, oxigênio () CH₄, metano () CO₂, dióxido de carbono, () N₂, nitrogênio () H₂O, água () Cl₂, cloro, () O₃, ozônio () N₂O, óxido nitroso

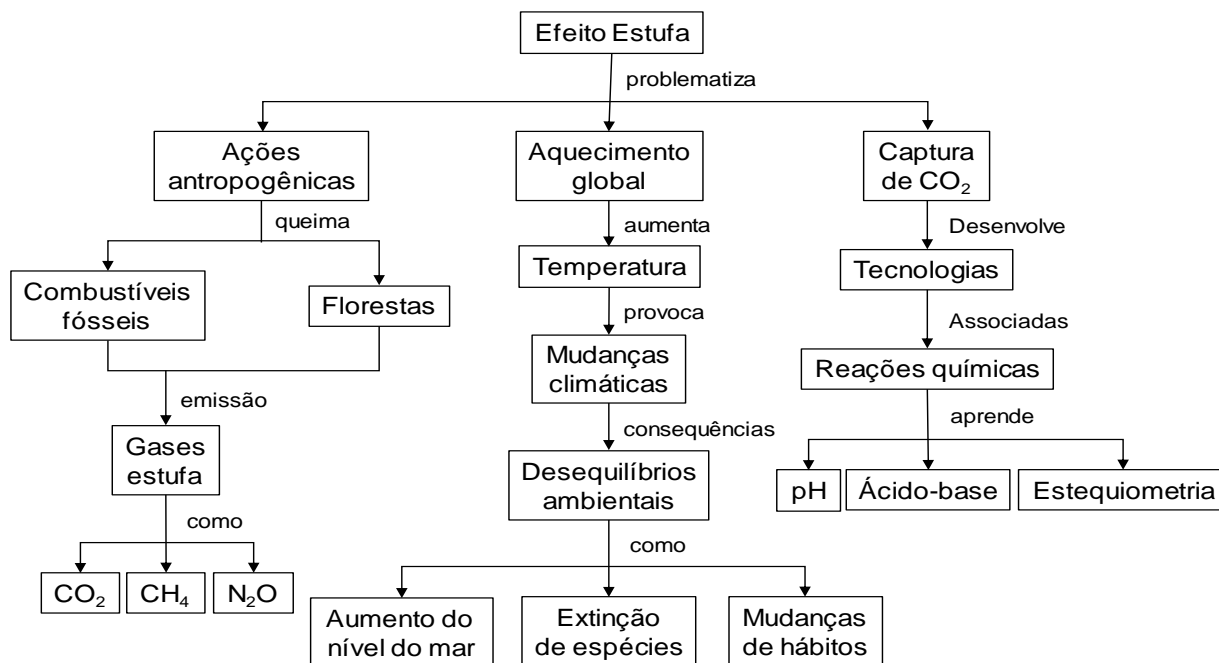
Fonte: produzido pelo próprio autor.

Nas questões de 1 a 5, o aluno deveria marcar o número da escala que representava o seu grau de conhecimento a respeito do assunto da afirmativa. O número 1 significa que o aluno discorda muito da afirmativa, o 2, que ele discorda, o 3 foi marcado por aqueles que não têm uma opinião formada, o 4 foi marcado pelos alunos que concordam e o 5 pelos que concordam plenamente. A questão 6 é composta de algumas opções de possíveis gases do efeito estufa em que o aluno deveria marcar aquela (s) que ele considerasse correta (s).

No segundo momento, de aproximadamente 30 minutos, foi realizada uma atividade experimental utilizando o kit demonstrativo experimental elaborado como transposição didática pelo Laboratório de Catálise e Química Ambiental (LACQUA, IQ-UFRJ) para o processo de produção e absorção de CO₂ (Silva, 2008).

O mapa conceitual da Figura 2 apresenta os conceitos que foram trabalhados durante a apresentação do experimento, onde ele não fez parte da oficina, mas serviu apenas como instrumento de planejamento e suporte para o apresentador.

Figura 2 – Mapa Conceitual utilizado sobre efeito estufa



Fonte: produzido pelo próprio autor.

O aparato experimental utilizado como recurso didático está representado na Figura 3. Neste experimento, um funil de separação contendo solução de HCl é conectado por meio de uma rolha a um kitassato contendo Na_2CO_3 , com uma mangueira de silicone ligada à sua saída lateral, cuja extremidade fica imersa em uma solução aquosa de NaOH com fenolftaleína.

O experimento é iniciado quando a válvula do funil de separação é aberta e a solução de HCl é gotejada sobre o Na_2CO_3 contido no kitassato. O HCl reage com o Na_2CO_3 , produzindo gás carbônico (CO_2), cloreto de sódio (NaCl) e água (H_2O), como mostrado na Equação 1. O gás CO_2 percorre o interior da mangueira de silicone até chegar na proveta contendo a solução de NaOH com fenolftaleína, de cor rosa. Quando o CO_2 (substância ácida) é borbulhado na solução de NaOH, ocorre a neutralização da base pelo ácido (Equação 2), deixando a solução incolor.

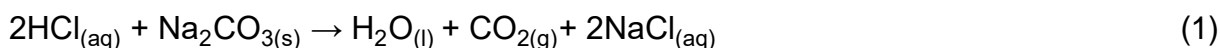


Figura 3 – Aparato Experimental do *Kit* Processo de Absorção de CO₂



Fonte: Acervo pessoal do autor (2023).

No momento 3, de aproximadamente 5 minutos, foi aplicado o mesmo questionário do momento 1, com o intuito de avaliar se as discussões que foram feitas durante a oficina didática repercutiram positivamente nos grupos.

A oficina ocorreu no âmbito de uma ação extensionista do Grupo Interdisciplinar de Educação, Eletroquímica, Saúde, Ambiente e Arte (GIEESAA/IQ/UFRJ), contando com a participação de alunos e professores visitantes do Curso Normal de Nível Médio de Formação de Professores de uma escola do município de Duque de Caxias/RJ. Esta ação tinha como objetivo promover a aproximação de alunos do Ensino Médio de escolas públicas com a Universidade Federal do Rio de Janeiro, proporcionando experiências em um ambiente acadêmico/científico. Dessa forma, as oficinas abordaram temas relacionados à química, permitindo a construção do conhecimento científico a partir de atividades práticas e teóricas.

Inicialmente foi feita uma recepção da comunidade escolar recebida no auditório do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza (CCMN). A organização do evento foi composta por professores, alunos de graduação e pós-graduação do IQ-UFRJ pertencentes ao grupo GIEESAA. Então, os alunos foram divididos em grupos e levados aos laboratórios de pesquisa da UFRJ, do Instituto de Química e da Escola de Química, de modo que fossem realizados rodízios entre as três oficinas de

diferentes abordagens. Cada um dos grupos, ao saírem de uma oficina, já ingressavam em outra sequencialmente.

A oficina Processo de Absorção de CO₂ referente a este trabalho foi aplicada na sala 411 do Instituto de Química (IQ) da UFRJ, localizada no Centro de Tecnologia, na Ilha do Fundão. Ao total, participaram da oficina 39 alunos da escola pública visitante, divididos em três grupos de 13 estudantes, e um professor responsável que os acompanhou a estadia na Universidade. Assim sendo, a mesma oficina foi apresentada três vezes sequenciais, cada uma delas durando aproximadamente 40 minutos por grupo e com um intervalo de aproximadamente 10 minutos entre cada uma das três repetições.

Os registros das observações e dos diálogos ocorridos durante as repetições da oficina didática foram feitos em um caderno de bordo eletrônico (notebook) por uma colega do grupo GIEESAA. Após cada uma das repetições, durante o intervalo de aproximadamente 10 minutos entre elas, foram acrescentadas minhas observações e impressões pessoais sobre os momentos às anotações da colega de grupo.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta sessão estão relatados e discutidos os resultados obtidos para a pesquisa documental feita nos anais do ENEQ e aqueles obtidos durante a execução da oficina didática.

5.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Avaliando a pesquisa realizada nos anais do ENEQ 2016, foram encontrados trabalhos relacionados à educação ambiental nas seguintes áreas temáticas do evento: EA – Educação Ambiental, EAP – Ensino e Aprendizagem, CA – Currículo e Avaliação, CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade, FP – Formação de Professores, EX – Experimentação no Ensino, MD – Materiais Didáticos, LC – Linguagem e Cognição. A Tabela 1 destaca que, para a edição de 2016, foram encontrados 86 trabalhos relacionados à educação ambiental como um todo. Dentre os descritivos utilizados, aquele que foi encontrado em um maior número de trabalhos foi “ambient” (71%). O descritivo CTS estava incluso em 24% dos trabalhos, mostrando que possui uma boa representatividade sobre o tema. Entretanto, poucos trabalhos estão relacionados à temática CO₂ (5%): apenas três trabalhos continham o descritivo efeito estufa e um trabalho continha o descritivo “dióxi”. Não foram encontrados trabalhos com os descritivos gás carbônico e CO₂.

Tabela 1 – Levantamento bibliográfico dos trabalhos pesquisados no ENEQ 2016

Área temática	Classe	Descritivo					
		ambient	CTS	efeito estufa	dióxi	gás carbônico	CO ₂
EA	RS	27	0	1	0	0	0
	TC	22	0	0	0	0	0
EAP	RS	1	1	0	1	0	0
	TC	0	0	0	0	0	0
CA	RS	1	0	0	0	0	0
	TC	0	0	0	0	0	0
CTS	RS	2	10	0	0	0	0
	TC	3	10	1	0	0	0
FP	RS	1	0	0	0	0	0
	TC	0	0	0	0	0	0
EX	RS	2	0	0	0	0	0
	TC	0	0	0	0	0	0
MD	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
LC	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	1	0	0	0
Total		61	21	3	1	0	0

Fonte: produzido pelo próprio autor.

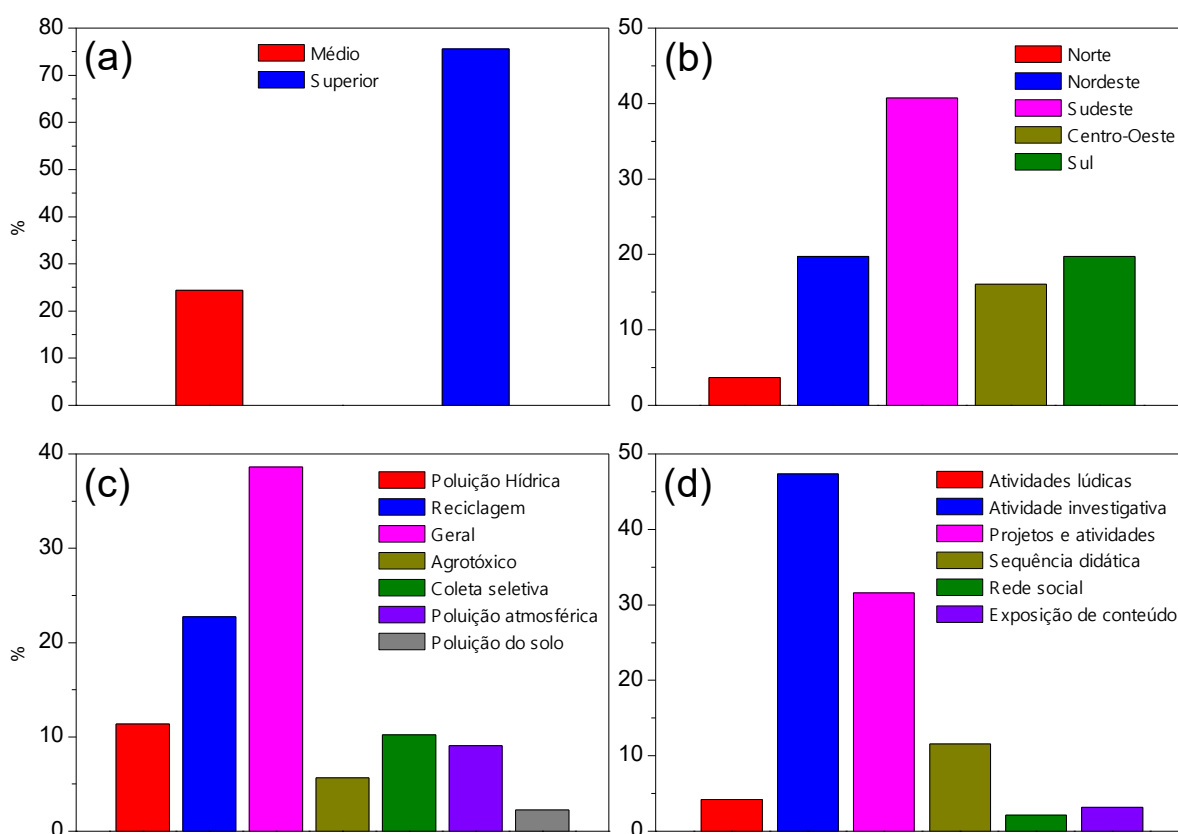
A Figura 4a representa graficamente a distribuição dos trabalhos do ENEQ 2016 por níveis de ensino, destacando que 76% dos trabalhos foram realizados por alunos de graduação e apenas 24% por alunos de nível médio. Esse resultado destaca que existe uma maior preocupação dos estudantes de níveis de formação superior em trabalhar a educação ambiental na educação básica.

A Figura 4b destaca a distribuição dos trabalhos do ENEQ 2016 por região do Brasil. Os dados mostraram que a maioria dos trabalhos foram desenvolvidos na região Sudeste (41%), estando ligados, portanto, aos centros urbanos de maior densidade demográfica. Por outro lado, a região norte, por apresentar menor densidade demográfica, detém aproximadamente 4% dos trabalhos. Quantidades

semelhantes de trabalhos publicados foram contabilizados nas regiões Nordeste (20%), Sul (20%) e Centro-Oeste (16%).

É interessante ressaltar que a região Norte do país está contida em grande parte do maior bioma brasileiro, a Amazônia, que possui mais de 2,5 mil espécies de árvores e 30 mil espécies de plantas, e a maior bacia hidrográfica do mundo. O Ministério do Meio Ambiente ressalta que esse bioma é o que mais sofre com as ações antrópicas irreversíveis (Brasil, 2023). Entretanto, esta também é a região do país que menos publicou trabalhos sobre educação ambiental. Sabemos que sua densidade demográfica é menor, como já mencionado, porém, devido à relevância mundial de seu bioma predominante, esperamos que cada vez mais esta região discuta e publique trabalhos de educação ambiental.

Figura 4 – Distribuição dos trabalhos do ENEQ 2016 por (a) nível de ensino, (b) região do Brasil, (c) tema gerador e (d) estratégia de abordagem



Fonte: produzido pelo próprio autor.

A Figura 4c apresenta a distribuição dos trabalhos do ENEQ 2016 por tema gerador, sendo o tema geral atribuído a temas diversos (39%) como, por exemplo, sustentabilidade e conservação do meio ambiente. Dentre os temas específicos, a

reciclagem possui a maior quantidade de trabalhos publicados (23%), com destaque para a reciclagem do óleo de cozinha na produção de sabão caseiro e a reciclagem de plásticos. Coleta seletiva, poluição hídrica e atmosférica possuíram representatividade semelhante (~10%). Apesar de uma menor representatividade (≤ 5%) o tema gerador agrotóxico e poluição do solo também foram abordados no contexto da educação ambiental.

É importante destacar que a temática do efeito estufa, o qual é tema deste trabalho, está incluso no tema gerador de poluição atmosférica, que contabilizou uma baixa quantidade de trabalhos no evento. Logo, podemos concluir que seria de grande relevância que mais trabalhos sobre o tema fossem publicados em anais de congresso de educação, como forma de provocar debates nas diferentes esferas de ensino.

A Figura 4d representa a distribuição dos trabalhos do ENEQ 2016 por estratégia de abordagem. A maior quantidade dos trabalhos publicados continha atividades investigativas (47%), que englobam, principalmente, as estratégias direcionadas para questionário, revisão bibliográfica, pesquisa qualitativa exploratória e análise de livros didáticos. Outra grande fatia dos trabalhos (32%) utilizara projetos e atividades como estratégias de abordagem, englobando as atividades experimentais, as oficinas temáticas e as feiras de ciências. O uso de sequências didáticas estava contido em aproximadamente 12% dos trabalhos publicados, já as atividades lúdicas, redes sociais e conteúdo em sala de aula somaram 5% das estratégias abordadas nos trabalhos.

Ao analisar as estratégias de abordagem, percebemos que a maioria dos trabalhos publicados são teóricos, que discutem documentos ou publicações. Dentre as publicações que contém atividades práticas, as oficinas temáticas apresentam significativo destaque, indicando que sua aplicação é bem aceita como estratégia de ensino em sala de aula.

Avaliando a pesquisa realizada nos anais do ENEQ 2018, foram encontrados trabalhos relacionados à educação ambiental nas áreas: EA – Educação Ambiental, EAP – Ensino e Aprendizagem, CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade, FP – Formação de Professores, MD – Materiais Didáticos, EFD – Educação em espaços não-formais e divulgação Científica, HFS – História, Filosofia e Sociologia da Ciência, IPE – Inclusão e Políticas Educacionais, TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação. A Tabela 2 destaca que, para a edição de 2018, foram encontrados 72 trabalhos relacionados à educação ambiental. Analogamente ao evento anterior,

dentre os descritivos utilizados, aquele que foi encontrado em um maior número de trabalhos foi "ambient" (63%), seguido do descritivo CTS (15%). Apesar de ainda possuir uma menor representatividade nas publicações, trabalhos envolvendo a temática CO₂ (usando os descritivos efeito estufa, "dióxi", gás carbônico e CO₂) apresentaram um maior percentual de publicação (22%) que na edição anterior.

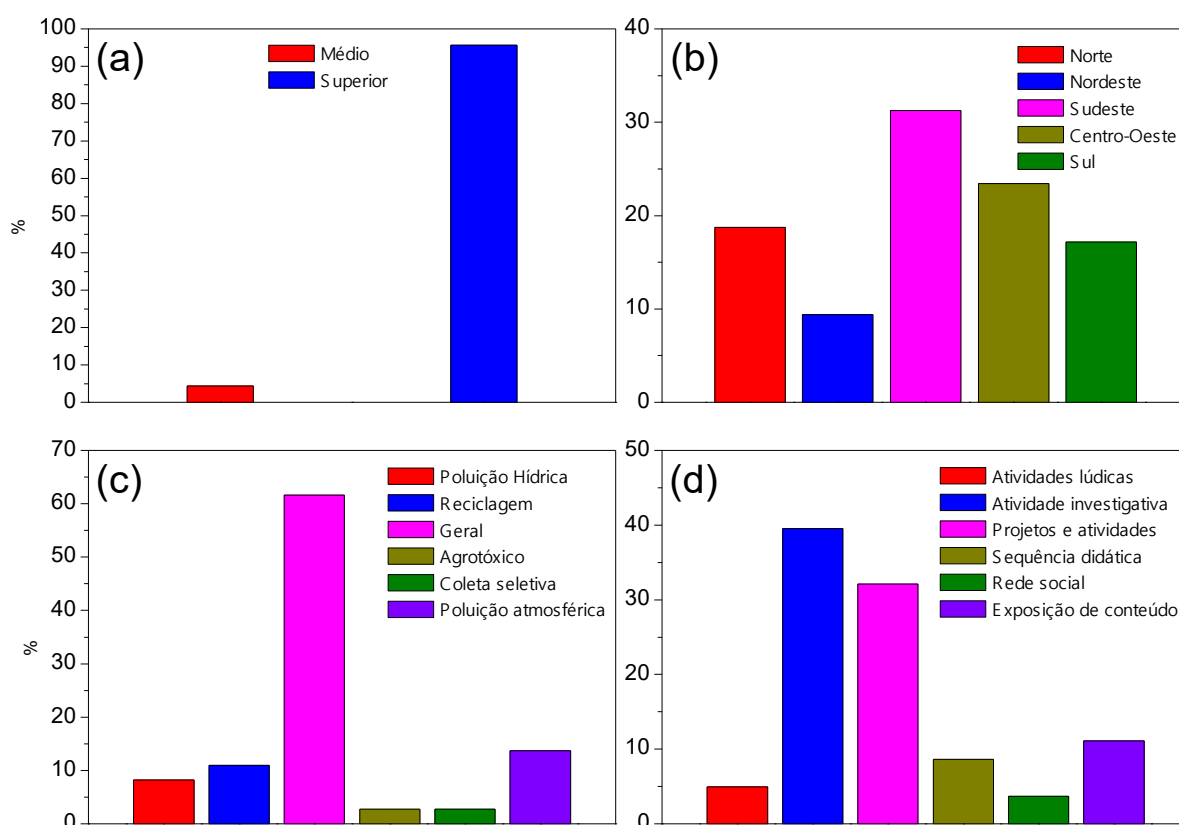
Tabela 2 – Levantamento bibliográfico dos trabalhos pesquisados no ENEQ 2018

Área temática	Classe	Descritivo					
		ambient	CTS	efeito estufa	dióxi	gás carbônico	CO ₂
EA	RS	4	1	1	0	0	0
	TC	10	1	1	0	0	0
EAP	RS	1	0	0	1	0	1
	TC	8	1	2	1	1	1
EFD	RS	2	0	0	0	0	0
	TC	0	0	0	0	0	0
CTS	RS	4	5	1	0	0	1
	TC	6	3	0	0	0	2
FP	RS	1	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
HFS	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
MD	RS	2	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
IPE	RS	1	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
TIC	RS	1	0	2	1	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
Total		45	11	7	3	1	5

Fonte: produzido pelo próprio autor.

A Figura 5a mostra que, analogamente a edição anterior, os trabalhos relacionados à educação ambiental são majoritariamente publicados por alunos de ensino superior (96%). É possível perceber que, a formação de professores torna-se mais fortalecida no ensino de EA, onde cada vez mais trabalhos e projetos sobre EA estão sendo produzidos.

Figura 5 – Distribuição dos trabalhos do ENEQ 2018 por (a) nível de ensino, (b) região do Brasil, (c) tema gerador e (d) estratégia de abordagem



Fonte: produzido pelo próprio autor.

A Figura 5b mostra a distribuição dos trabalhos publicados no ENEQ 2018 por região do Brasil. Mais uma vez a região Sudeste se destacou na representatividade dos trabalhos sobre educação ambiental (31%). Entretanto, a diferença na quantidade de publicações entre o Sudeste e as demais regiões foi menor quando comparado ao ENEQ 2016. As regiões Norte (19%) e Centro-Oeste (23%) tiveram uma maior representatividade que na edição anterior, sendo importante destacar o aumento das publicações na região Norte. A região Sul manteve aproximadamente a mesma representatividade (17%) da edição de 2016, não indicando mudança de postura com relação às publicações em EA. Por fim, a região Nordeste apresentou um retrocesso

na publicação de trabalhos no evento, contemplando a menor representatividade (9%) dentre as regiões do país.

Novamente, gostaríamos de destacar que na região Nordeste encontramos boa parte de um dos importantes biomas brasileiros, a Caatinga, que abriga uma grande quantidade de animais silvestres, como 178 espécies de mamíferos, 591 tipos de aves, 177 tipos diferentes de répteis, 79 espécies de anfíbios, 241 de peixes e 221 espécies de abelhas (Brasil, 2023). Além disso, a população carente dessa região tem sua sobrevivência relacionada ao uso do bioma, que pode ser feito de forma mais sustentável para garantir o desenvolvimento da região. Apesar de sua importância, o desmatamento ilegal desse bioma para o consumo de lenha nativa e conversão de terras em pastagens é algo que preocupa o Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2023). Dessa forma, afirmamos enfaticamente que a educação ambiental é de grande valia para o desenvolvimento sustentável dessa região e, por isso, também esperamos que haja uma maior quantidade de publicações debatendo o tema e propondo ações educativas que visem práticas mais responsáveis.

A Figura 5c apresenta a distribuição dos trabalhos do ENEQ 2018 por tema gerador, sendo o termo geral o que acumulou a maior quantidade de trabalhos (62% de representatividade). Nele, encontramos trabalhos sobre temas como energias renováveis, Química Verde, sustentabilidade, análise de livros didáticos, rompimento da barragem de Fundão e bioplásticos. Temas como poluição hídrica (8%) e reciclagem (11%) assumiram valores menos expressivos. Os temas agrotóxico e coleta seletiva contabilizaram uma quantidade de trabalhos inferior a 5% cada.

Também nesse evento, o tema gerador de poluição atmosférica, no qual está inserido a temática do efeito estufa, abordada neste trabalho, contabilizou uma baixa quantidade de trabalhos (14%), pouco acima do percentual obtido no evento anterior.

A Figura 5d indica que também no ENEQ 2018 as atividades investigativas (39%) e os projetos e atividades (32%) foram as estratégias de ensino mais empregadas na abordagem da EA. A exposição de conteúdos em sala de aula se mostrou maior (11%) quando comparado à edição anterior, enquanto o uso de sequência didática manteve um valor semelhante (9%). As estratégias baseadas nas atividades lúdicas e uso das redes sociais mantiveram valores abaixo de 5%. Analogamente à edição anterior, no evento de 2018 a maior parte dos trabalhos publicados relatam atividades teóricas envolvendo os conceitos da EA, que discutem documentos ou publicações. Outra boa fatia dos trabalhos, os projetos e atividades,

na qual estão inclusas as oficinas temáticas, novamente se destacam por serem estratégias de ensino bem aceitas em sala de aula.

Avaliando a pesquisa realizada nos anais do ENEQ 2020 foram encontrados trabalhos relacionados à educação ambiental nas áreas temáticas: EA – Educação Ambiental, EAP – Ensino e Aprendizagem, CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade, MD – Materiais Didáticos e LC – Linguagem e Cognição. A Tabela 3 mostra que no ENEQ 2020 apenas 27 trabalhos relacionados à educação ambiental foram publicados, um número muito inferior quando comparado às edições anteriores. Esse comportamento pode estar relacionado com o acontecimento da pandemia de COVID-19, já que o ano de 2020 foi considerado o auge da doença. Nesse período, muitas pesquisas foram interrompidas ou abandonadas, culminando no baixo número total de trabalhos publicados neste evento.

Tabela 3 – Levantamento bibliográfico dos trabalhos pesquisados no ENEQ 2020

Área temática	Classe	Descritivo					
		ambient	CTS	efeito estufa	dióxi	gás carbônico	CO ₂
EA	RS	10	0	0	0	0	0
	TC	11	0	0	0	0	0
EAP	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
CTS	RS	0	1	0	0	0	0
	TC	0	2	0	0	0	0
MD	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
LC	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
Total		24	3	0	0	0	0

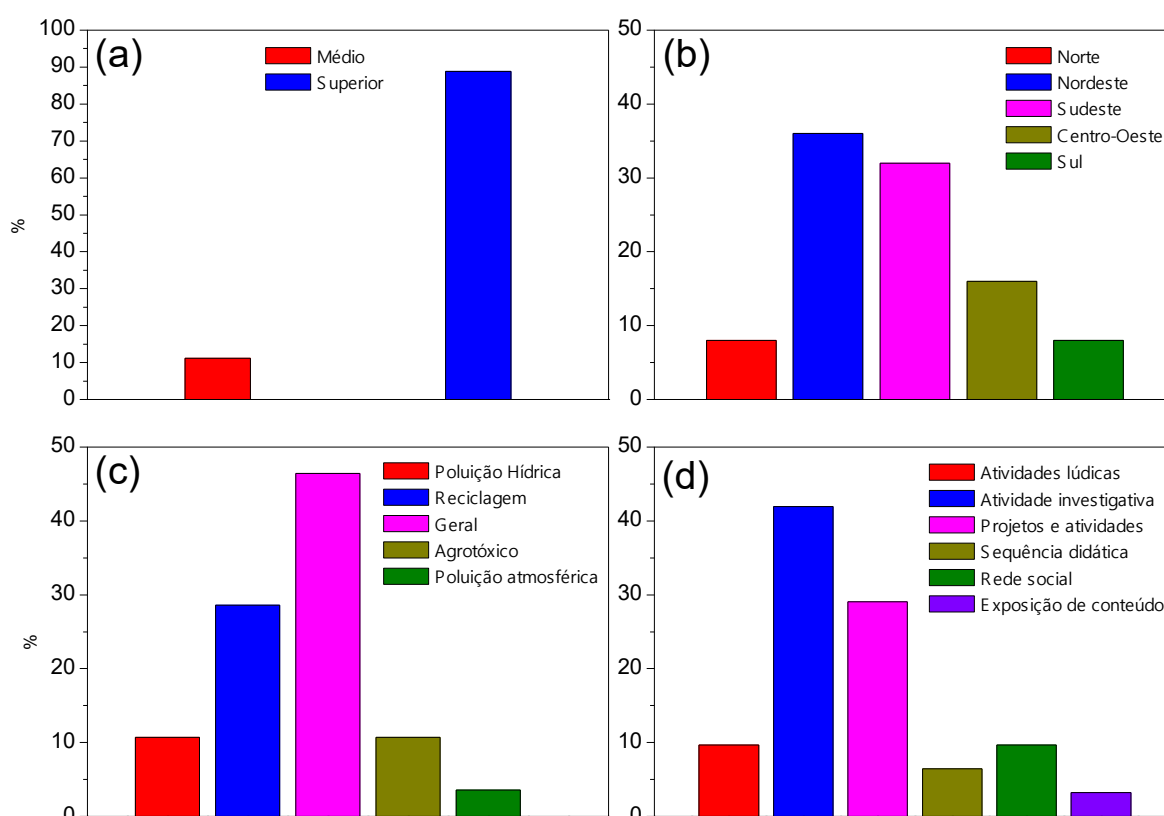
Fonte: produzido pelo próprio autor.

Pelo terceiro evento consecutivo, o descritivo “ambient” foi o mais encontrado nos trabalhos relacionados à EA (89%), juntamente com o descritivo CTS (11%). Os descritivos efeito estufa, “dióxi”, gás carbônico e CO₂ não estavam presentes nos trabalhos dessa edição, indicando que, nesse ano, se algo foi produzido sobre a

temática CO₂ não foi publicado no evento. Com isso, não podemos considerar a edição de 2020 como um parâmetro de comparação, já que a pandemia afetou consideravelmente a produção científica.

A maioria dos trabalhos sobre EA do ENEQ 2020 foram publicados por alunos do ensino superior (89%), reforçando o perfil dos autores das edições anteriores (Figura 6a). Entretanto, em relação à distribuição de trabalhos por regiões do Brasil (Figura 6b), nessa edição a região Nordeste (36%) superou as demais em números de publicações sobre EA, deixando a região Sudeste (32%) em segundo lugar no *ranking* das publicações. A região Centro-Oeste publicou 16% dos trabalhos sobre EA, enquanto que as regiões Norte e Sul publicaram 8% cada dos trabalhos da área.

Figura 6 – Distribuição dos trabalhos do ENEQ 2020 por (a) nível de ensino, (b) região do Brasil, (c) tema gerador e (d) estratégia de abordagem



Fonte: produzido pelo próprio autor.

Em relação aos temas geradores dos trabalhos da edição (Figura 6c), o tema geral, representado pelos temas combustíveis fósseis, lixo, sustentabilidade e acidente em Brumadinho, foi o que mais contabilizou trabalhos da área (46%). O tema reciclagem foi o segundo mais abordado (29%), abrangendo trabalhos sobre produção

de biodiesel a partir de óleo de fritura, reciclagem de garrafas PET e reutilização de plásticos. Poluição hídrica e agrotóxicos apresentaram a mesma representatividade (11%). O tema menos abordado foi o de poluição atmosférica (inferior a 5%), que abrange os conceitos de efeito estufa e emissão/captura de CO₂, seguindo o mesmo perfil dos eventos anteriores.

Em relação às estratégias de ensino, a atividade investigativa continuou sendo a que mais foi utilizada nos trabalhos (42%) no ENEQ 2020 (Figura 6d), com destaque para o questionário, pesquisa e análise de livros didáticos. Os projetos e atividades relacionados à semana de química, oficinas e atividades experimentais seguiram em segundo lugar (29%). As estratégias relacionadas a atividades lúdicas e redes sociais apresentaram porcentagens semelhantes (10%), sendo a primeira representada pela análise de filmes e histórias em quadrinhos. A aplicação de sequências didáticas (6%) e a exposição de conteúdo (inferior a 5%) foram as estratégias que contabilizaram menor número de trabalhos sobre EA.

Considerando o ano de 2020 uma exceção devido à pandemia de COVID-19, nas últimas três edições do ENEQ apenas 20 trabalhos sobre efeito estufa e/ou CO₂ foram publicados dentro de um conjunto de 185 trabalhos relacionados à educação ambiental, e isso representa aproximadamente 11% das publicações da área.

A quantidade de publicações sobre efeito estufa e CO₂ é pequena pela importância desse tema. Isso nos faz refletir que mais pesquisas e discussões devem ser feitas com diversos segmentos da sociedade para que possamos mapear os comportamentos individuais e coletivos que geram esses problemas ambientais, como forma de minimizá-los. Ao se discutir mais o problema em sala de aula com alunos de Ensino Médio, é possível causar uma tomada de consciência nos grupos de alunos, que impactará diretamente em toda a comunidade escolar. E os bons resultados dessas experiências pedagógicas devem ser compartilhadas por meio de publicações em eventos para que possam ser replicadas, como forma de gerar impactos sociais em proporção nacional.

Dentre as estratégias didáticas contidas nos reportes dos eventos, as atividades lúdicas e o uso das redes sociais foram as menos utilizadas pelos professores em sala de aula, apesar de serem bastante eficazes na mediação dos conteúdos e na divulgação científica para o público em geral, fora do meio acadêmico. Portanto, explorar atividades lúdicas e materiais de divulgação científica contextualizados ao cotidiano da comunidade escolar e da sociedade deve fazer parte

da formação docente nos cursos universitários, de forma que não se exclua certos pormenores do sistema cultural ao qual a academia está inserida.

Os resultados produzidos no levantamento bibliográfico desse trabalho geraram uma publicação de trabalho completo no 15º Congresso Scientiarum Historia, realizado pelo Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (HCTE/UFRJ). O artigo está disponível no Anexo A.

5.2 A IMPORTÂNCIA DA OFICINA DIDÁTICA UTILIZADA

As ações planejadas tiveram a finalidade de proporcionar aos alunos o aprendizado de conhecimentos científicos e tecnológicos relacionados ao efeito estufa, e desenvolver uma consciência ambiental que estimule uma reflexão crítica a respeito das ações cotidianas. Logo, é possível formar cidadãos que contribuam para o desenvolvimento de uma sociedade saudável e sustentável. Essa abordagem foi tratada de uma forma contextualizada, utilizando os conhecimentos prévios dos alunos como uma problematização daquilo que se pretende ensinar.

A primeira questão me permitiu identificar se o aluno sabe que o CO₂ é um gás que sempre existiu na atmosfera. Além disso, fica evidente também se eles têm conhecimento que as atividades humanas produzem CO₂, o que leva a aumentar a concentração do gás na atmosfera. A segunda questão me responde se o aluno sabe ou não que o CO₂ provoca o efeito estufa. Com a terceira afirmativa o aluno indicou se ele sabe ou não que o ser humano é capaz de evitar a emissão do CO₂. A resposta da afirmativa quatro é mais importante para o depois da oficina, porque me indica se o aluno conseguiu entender que o CO₂ é capaz de reagir quimicamente com outras substâncias. A quinta afirmativa evidenciou se os educandos compreendem que o efeito estufa é um fenômeno natural, e que as ações antropogênicas aumentam os seus efeitos. A questão seis mostrou se o público da oficina conhece ou não quais são os gases estufa.

Com isso, a finalidade do experimento foi facilitar o processo de ensino-aprendizagem através de uma atividade motivadora e atrativa, bem como mostrar a necessidade do desenvolvimento de tecnologias capazes de capturar o CO₂. Com a dinâmica do experimento, os alunos tiveram a possibilidade de intervir nos processos químicos, principalmente na reação ácido-base entre o CO₂ e o NaOH e a função do

indicador. Com isso é esperado contribuir para o desenvolvimento de conhecimentos e na formação de cidadãos críticos por meio da introdução da EA como prática pedagógica.

O *kit* Processo de absorção de CO₂ foi utilizado para apresentar alternativas tecnológicas que permitam capturar o CO₂ produzido nas atividades humanas, principalmente nas indústrias.

5.3 PERCEPÇÕES DO APRESENTADOR SOBRE A OFICINA DIDÁTICA

Mediante o diálogo, foi possível fazer com que os alunos participassem da oficina, onde eles interagiram muito bem com a dinâmica proposta. Alguns comentaram já terem ouvido falar em efeito estufa e gás carbônico, outros conseguiram responder o que é o efeito estufa, suas causas e consequências. A Figura 2, apesar de não ter sido apresentada para os alunos, se mostrou importante para o bom desempenho da oficina didática, uma vez que o mapa conceitual orientou o apresentador na exposição dos assuntos mais relevantes sobre o efeito estufa e o CO₂. Os aprendentes verbalizaram que o efeito estufa é importante para manter uma temperatura agradável na Terra, e permitir que os seres vivos consigam viver bem. Eles realizaram comentários que permitiram indicar um certo nível de conhecimento sobre o tema, por exemplo, “efeito estufa é aquecimento”, “derrete a geleira e os animais morrem”, “o nível do mar sobe e já era quem mora na beira da praia”, “o CO₂ já existia, mas foi aumentando com a evolução do homem” (Rossi, 2022, s.n.).

Durante a oficina foi percebido que os alunos não eram um papel em branco, ou seja, já possuíam saberes e conhecimentos a respeito da temática trabalhada. Logo, a metodologia freireana é possível de ser empregada, ou seja, o emprego do diálogo dinamizado em que todos fazem parte do processo de construção do aprendizado.

Os alunos conseguiram entender que o principal responsável pelo efeito estufa é o CO₂ e que quando as pessoas queimam lixo e as florestas este gás é produzido. Uma aluna se aprofundou no debate e disse que “quando se queima muitas coisas muito CO₂ entra no ar” (Rossi, 2022, s.n.). Podemos destacar que foi aprendido que as queimadas são prejudiciais, onde elas contribuem para o agravamento do efeito estufa. A partir disso, é possível especular que a aluna pelos menos evitará queimar lixo, isso é consciência ambiental.

Outro ponto importante, foi a analogia com a estufa do bar que vende salgadinhos, quando ela está muito quente o salgadinho fica muito quente e machuca a boca, mas quando a temperatura não está muito quente dá para comer. Esse exemplo foi ótimo para abordar que quando o planeta está muito quente é ruim, porque alguns seres vivos não se adaptam ao aumento da temperatura, o que causa prejuízos ambientais. Logo, foi percebido que os alunos entenderam a problemática envolvendo o aquecimento global, onde devemos evitar lançar CO_2 e outros gases que agravam o efeito estufa, pois a temperatura do planeta vai aumentar e provocar desequilíbrios ambientais que afetam toda a vida na Terra.

A linguagem utilizada foi compatível com os alunos investigados, porque se aproximou do cotidiano deles. Isso permitiu uma maior proximidade professor-aluno e aluno-aluno, pois os alunos entenderam o que o professor falou, favorecendo a ação participativa que está associada ao desenvolvimento do pensamento crítico.

O experimento do *kit* Processo de absorção de CO_2 foi realizado e os alunos ficaram atentos a todos os eventos químicos que aconteceram, se mostrando muito curiosos, pois tiveram a iniciativa de gravar um vídeo do experimento. Conforme foi possível perceber, a mudança de cor da solução de rosa para incolor foi a parte mais interessante para os alunos, porque houve uma transformação perceptível. Nesse momento alguns alunos perguntaram o porquê da cor ter mudado, eu expliquei que a interação química do indicador fenolftaleína com a base NaOH proporcionou o aparecimento da cor rosa. Por outro lado, quando o CO_2 passou pela base aconteceu uma reação química que neutralizou a base, tornando a solução neutra. Caso o gás estivesse em excesso, o que era provável, a solução se tornaria ácida. Nesse caso, o indicador de fenolftaleína interagiria quimicamente com o ácido descolorando a solução.

Os participantes da oficina podem não ter compreendido tecnicamente as transformações químicas ocorridas, pois externaram não terem a disciplina de química no curso que faziam (magistério), mas ficou evidente que eles aprenderam que o evento químico envolveu transformação. Isso é positivo, porque caso esses indivíduos se deparem com um curso de química é possível que tenham alguns conhecimentos significativos que os possibilitem assumir uma postura crítica sobre o assunto.

A oficina foi um ambiente democrático, pois permitiu que os alunos se expressassem livremente, proporcionando questionamentos e troca de informações. Durante a apresentação do aparato experimental foi perguntado onde as colunas de

captura de CO₂ podem ser encontradas. Expliquei que a tecnologia demonstrada é bem desenvolvida, sendo empregada na maioria das indústrias. Logo, as colunas absorvedoras são estruturas grandes que comportam soluções básicas de NaOH ou aminas. Entretanto, com o tempo essas soluções perdem a capacidade de absorver CO₂ e precisam ser regeneradas ou trocadas.

Percebi no semblante dos alunos a reação de surpresa, pois para eles pareceu inacreditável que aquele aparato experimental acomodado sobre uma mesa pudesse ser estruturado em grande dimensão, por exemplo, do tamanho de um prédio. Em minha opinião, os alunos encararam o experimento do *kit* como uma brincadeira que estava ali para entretê-los. Entretanto, quando foi explicado que grandes colunas absorvedoras, semelhantes aquela proveta ali presente, podiam ser construídas e operadas em grandes indústrias o pensamento deles mudou. Dessa forma, essa reação foi uma resposta de que, pelo menos em alguns alunos, houve transformação, ou seja, um entendimento crítico foi instaurado.

O experimento alcançou também o professor responsável que acompanhou os alunos, pois ele perguntou como deveria ser feito para descartar as soluções ácidas e básicas utilizadas no experimento. Achei muito interessante esse questionamento, pois mostrou que o professor tinha uma consciência ambiental. Interpretei a pergunta como um estímulo para que eu explicasse que substâncias químicas não podem ser descartadas indiscriminadamente na natureza.

Atendendo às expectativas do professor, esclareci que se as soluções fossem misturadas elas reagiriam em uma reação ácido-base, sofrendo neutralização. A partir daí o descarte poderia ser feito na pia, lembrando que isso só pode ser feito porque os produtos da reação não são tóxicos (sal e água). No caso das indústrias, devido à grande quantidade de rejeito e em alguns casos a toxicidade, os resíduos são tratados em processos específicos e posteriormente descartados adequadamente. Essa explicação foi importante para estimular a construção de uma consciência ambiental nos alunos.

Dentro do contexto de ácido e base, os alunos apresentaram uma impressão de que ácido é uma substância perigosa, pois quando foi mencionado que a base é capaz de neutralizar o ácido foi realizado o seguinte comentário: “a base é muito forte mesmo”, “o ácido, se cair na mão, machuca?” (Rossi, 2022, s.n.). Com isso, ficou claro que os alunos já têm um conhecimento prévio a respeito dessas substâncias, provavelmente devido a filmes e a programas de televisão que eles já assistiram.

Logo, esses saberes podem ser um gancho para o desenvolvimento de conteúdos de química, lembrando o método empregado por Freire em Angicos.

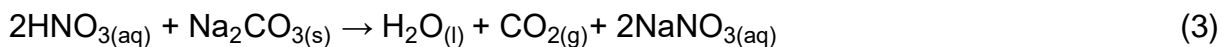
A atenção e a curiosidade dos alunos foram surpreendentes, pois eles perguntaram o que é feito com o gás carbônico depois de capturado. Esse questionamento pode ter sido estimulado pela explicação do descarte de resíduos, já que foi plantada a ideia de dar destino adequado às substâncias químicas. Na ocasião eu destaquei que o CO_2 após ser capturado pode ser reaproveitado ou colocado em poços de petróleo de baixa produção. Quando reaproveitado pode ser utilizado na fabricação de produtos químicos, extintores de incêndio, bebidas gaseificadas como refrigerantes e água com gás, medicamentos e fertilizantes. Por outro lado, quando injetados em poços de petróleo a finalidade é aumentar a pressão e favorecer a extração do óleo. Em alguns casos o CO_2 é armazenado em poços que não tem mais produção (poço morto), evitando a poluição da atmosfera.

Após a explicação os alunos ficaram surpresos com as inúmeras possibilidades de uso para o CO_2 , eles não sabiam que o gás do refrigerante e o da água é CO_2 . Alguns deles comentaram que de agora em diante toda vez que beberem refrigerante vão lembrar do gás carbônico. Isso mostrou que foi construído conhecimento e que essa lembrança irá retomar ao tema efeito estufa e da necessidade de não lançar CO_2 na atmosfera. Dessa forma, acredita-se que algumas mudanças de hábito possam acontecer, pois a consciência ambiental começou a ser desenvolvida.

Por fim, algumas curiosidades gerais foram verbalizadas pelos alunos ao longo da demonstração experimental como, por exemplo, “se outro ácido fosse utilizado a reação seria a mesma?”, “o nome das vidrarias e para que servem”, “para esse experimento, precisa ser essas vidrarias ou podem ser outras?”, “o vidro suporta qualquer substância?”, “misturar produtos de limpeza é perigoso?” (Rossi, 2022, s.n.). Isso demonstrou que a oficina conseguiu prender a atenção dos participantes, já que o interesse nas explicações e ações estimulou a participação dentro do contexto abordado, inclusive nos detalhes secundários da prática química como, as vidrarias e a química dos produtos de limpeza.

Atendendo às demandas dos alunos e com o objetivo de estimulá-los a se interessarem pelos conteúdos químicos, eu expliquei que a utilização de outro ácido promoveria o mesmo efeito do HCl , ou seja, o CO_2 seria produzido e reagiria com a base, mudando a cor de rosa para incolor. Entretanto, a reação seria diferente. Foi ilustrada a reação caso o ácido utilizado fosse o nítrico (HNO_3) (Equação 3). Nessa

situação, os produtos formados também seriam a água, o CO₂ e o sal, mas agora o sal produzido seria o nitrato de sódio (NaNO₃), diferentemente do cloreto de sódio.



Logo, a curiosidade dos alunos aflorou e me foi perguntado se era possível comer o nitrato de sódio como comemos o sal de cozinha. Expliquei que o nitrato de sódio é utilizado como conservante de alimentos, onde ele pode ser encontrado nas carnes, presunto, embutidos, frios e cachorros-quentes. Entretanto, a substituição do NaCl pelo NaNO₃ não é viável economicamente porque a sua produção é mais cara. A questão do sal foi interessante, porque fez com que os alunos associassem a palavra sal com o sal de cozinha, o que levou ao desenvolvimento de um raciocínio crítico associado ao aprendizado, já que eles entenderam que sal não é tudo igual.

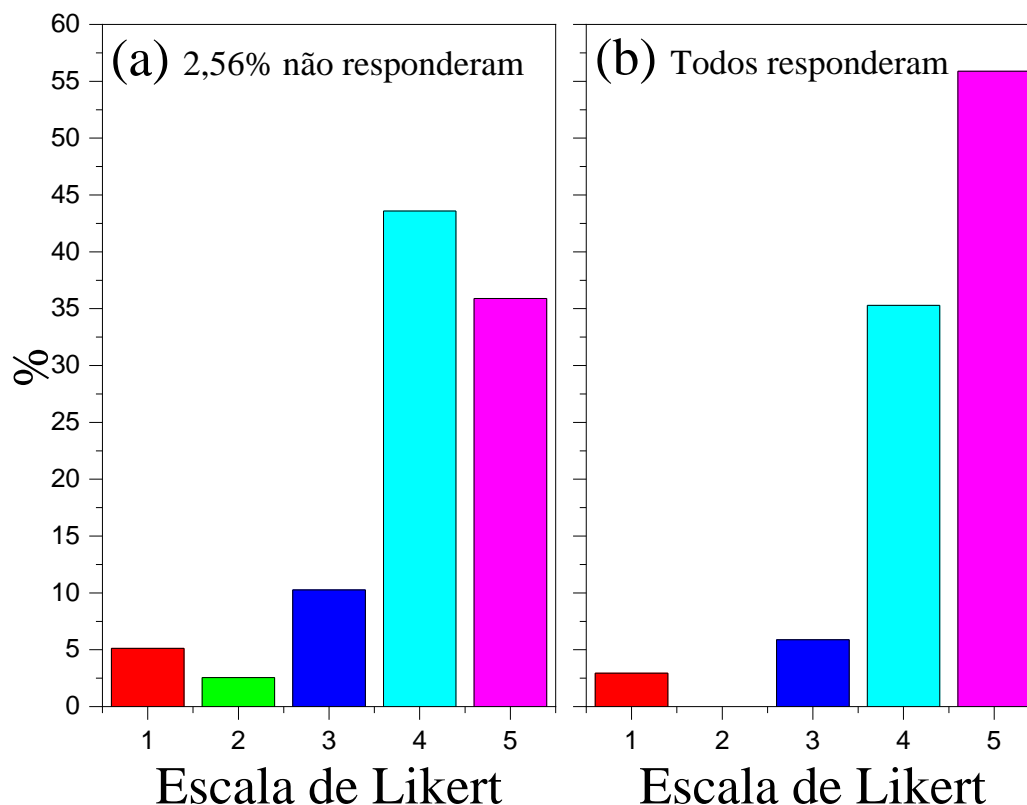
Além disso, fiz questão de descrever todas as vidrarias utilizadas, mencionando que outras vidrarias poderiam ser usadas, contanto que não comprometessem o bom desempenho do experimento, por exemplo, no lugar da proveta poderia ser utilizado um béquer. O apresentador também explicou que não é recomendado misturar produtos de limpeza, porque eles podem reagir e produzir vapores tóxicos à saúde humana.

5.4 AVALIANDO OS QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL

A Figura 7 apresenta a escala de Likert para a questão 1. Avaliando o gráfico, foi possível notar que baixas porcentagens (< 5%) foram identificadas para os números 1 e 2 tanto no questionário inicial quanto no final. Isso indica que poucos alunos discordaram que o CO₂ sempre existiu na atmosfera e também que o homem, no exercício de suas atividades, provoca o aumento da concentração do gás no ar. Foi identificada no questionário inicial uma fração de 10% referente ao número 3, ou seja, uma parcela considerável de alunos se mantiveram indiferentes. Após a oficina, os indiferentes foram reduzidos à aproximadamente 5%, indicando que parte dos alunos que não tinham uma opinião crítica formada passou a se posicionar de alguma forma.

Figura 7 – Questão 1: O CO₂ é um Gás Presente Naturalmente na Atmosfera. As Atividades Humanas Podem Aumentar a Concentração do CO₂ na Atmosfera.

Questionário (a) Inicial e (b) Final



Fonte: produzido pelo próprio autor.

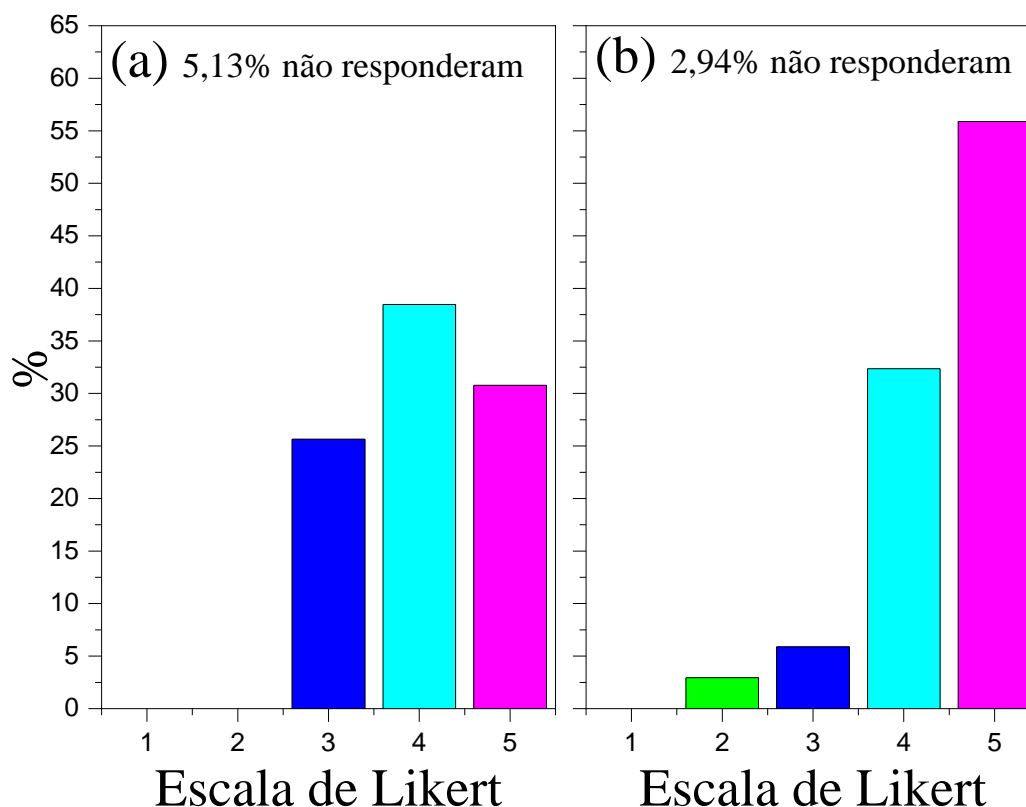
Por outro lado, porcentagens maiores (35-55%) foram identificadas para as questões 4 e 5. Uma característica interessante foi a redução da porcentagem referente ao número 4 (de 43% para 35%) e o considerável aumento do número 5 (de 35% para 55%). Outro ponto importante foi que no questionário final em que todos responderam à questão, ou seja, aproximadamente 2,56% que não responderam no início puderam pensar diferente e se posicionar de alguma forma. Com isso, é possível dizer que mais alunos conseguiram entender que o CO₂ é um gás que existe espontaneamente na natureza e que o homem em suas atividades cotidianas produz CO₂, aumentando a concentração do gás na atmosfera.

A Figura 8 destaca a escala de Likert para a questão 2. O questionário inicial (Figura 8a) mostrou que nenhum aluno discorda que o CO₂ é um gás estufa, já após a oficina uma fração baixa (2,5%) disse que discorda (Figura 8b). Esse aumento pode ter sido ocasionado porque uma parte dos indecisos decidiu opinar pela discordância,

ou ainda é possível que esses alunos não tenham prestado atenção na oficina e marcaram uma resposta aleatória sem pensar criticamente.

Figura 8 – Questão 2: O CO₂ é um Gás que Pode Provocar o Efeito Estufa.

Questionário (a) Inicial e (b) Final



Fonte: produzido pelo próprio autor.

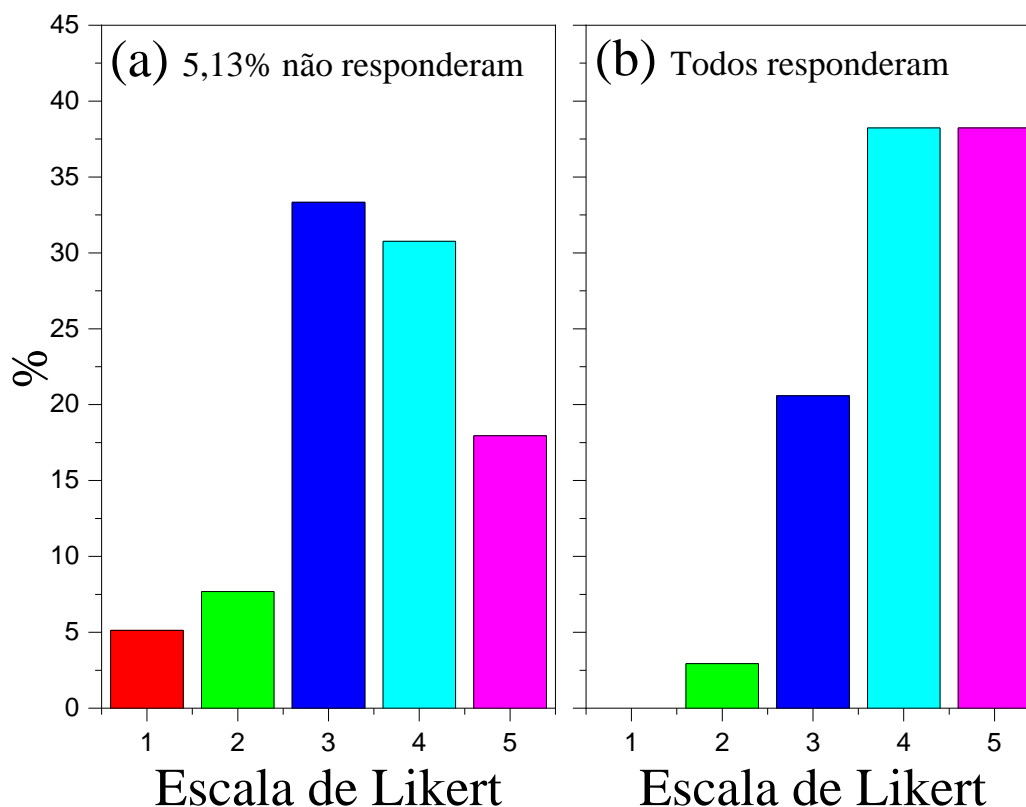
Uma grande fração de alunos (25%) se mantiveram indiferente ao responder à questão 2 do questionário inicial (Figura 8a). Entretanto, a oficina foi importante para mudar esse cenário, pois apenas 5% ainda não conseguiam opinar sobre o assunto no questionário final. Com isso, é possível especular que o experimento e as minhas explicações possibilitaram que aproximadamente 20% dos alunos desenvolveram um pensamento crítico a respeito do tema. Outro dado importante que corrobora o surgimento da criticidade dos participantes foi a redução da abstenção de 5,13% no questionário inicial para 2,94% no final.

Além disso, a Figura 8 também destaca altas frações para os números 4 e 5, indicando que a maioria dos alunos concordaram ou concordaram plenamente que o CO₂ pode provocar o efeito estufa. O número 4 (concordo) apresentou uma redução de 38% para 33%. Por outro lado, o número 5 (concordo plenamente) aumentou

drasticamente de 30% para 55%, destacando que a oficina promoveu um efeito positivo no entendimento da importância do CO₂ no efeito estufa.

A Figura 9 exibe a escala de Likert para a questão 3. O questionário inicial (Figura 9a) destacou que antes da oficina 5% discordaram muito e 7,5% discordaram, ou seja, 12,5% dos alunos não acreditavam que o ser humano possa criar alternativas para impedir que o CO₂ seja lançado na atmosfera. Logo, é possível especular que eles entenderam que o CO₂ continuaria sendo lançado indiscriminadamente para a atmosfera. Em contrapartida, a oficina foi capaz de reduzir os discordantes para apenas 2,5% (Figura 9b).

Figura 9 – Questão 3: o Ser Humano pode Criar Maneiras para Impedir que o CO₂ seja Lançado na Atmosfera. Questionário (a) Inicial e (b) Final



Fonte: produzido pelo próprio autor.

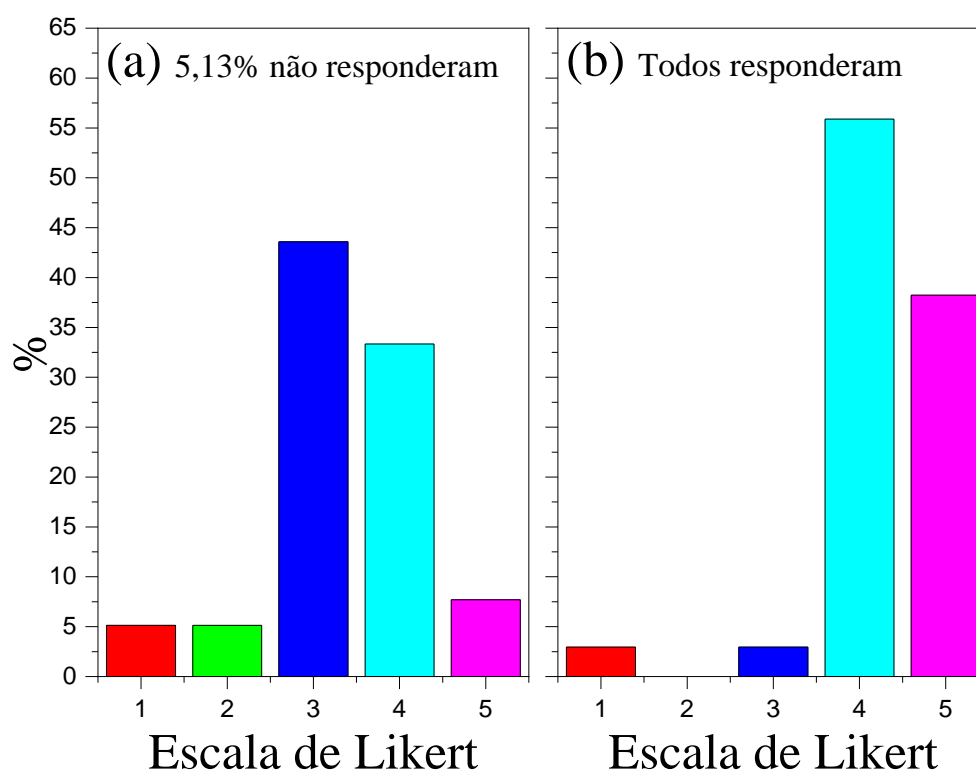
Um dado muito importante foi que a maior parte dos alunos investigados (33%) responderam o número 3 na terceira questão (Figura 9a). Nesse caso, antes da oficina, a maioria dos alunos não tinham uma opinião formada sobre o tema abordado, talvez porque eles não faziam ideia de como o ser humano pode produzir o CO₂. Após a oficina a fração de indecisos reduziu para 20%, ou seja, apesar da fração de

indiferentes ainda ser significativa, a oficina foi capaz de fazer com que 13% conseguissem desenvolver um pensamento crítico.

A fração correspondente aos números 4 e 5 aumentaram após a oficina (38%, Figura 9b), indicando que a maioria dos alunos entenderam que a humanidade possui recursos e conhecimentos para impedir a emissão de CO₂. Isso deve ter ficado claro com a apresentação do experimento do *kit*, que destacou uma tecnologia muito utilizada para capturar CO₂.

A Figura 10 apresenta a escala de Likert para a questão 4. Para respondê-la é necessário certo conhecimento químico, por isso ela pode ser de difícil entendimento. Para tentar facilitar as respostas dos alunos no questionário final o experimento do *kit* ilustrou uma reação química entre o CO₂ e o NaOH. Avaliando os números 1 e 2 no questionário inicial (Figura 10a), 10% dos alunos não concordam que o CO₂ é um gás utilizado na indústria química e que pode reagir quimicamente com alguns compostos químicos. Além disso, 43% se mostraram indiferentes, o que correspondeu a maior fração de respostas.

Figura 10 – Questão 4: o CO₂ é um Gás Utilizado na Indústria Química. O CO₂ Pode Reagir Quimicamente com Alguns Compostos Químicos. Questionário (a) Inicial e (b) Final

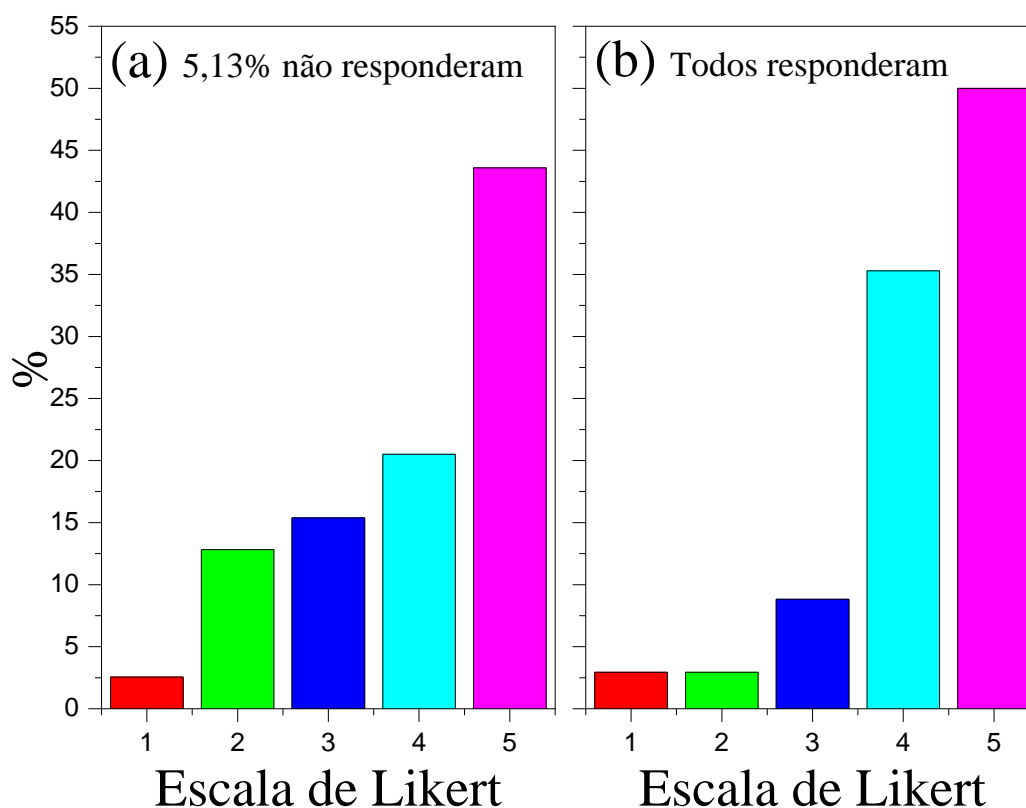


Fonte: produzido pelo próprio autor.

Felizmente, após a oficina alguns conhecimentos químicos puderam ser transmitidos aos alunos. Isso pode ser comprovado pelo questionário final (Figura 10b), onde as frações de discordo muito, discordo e indiferente reduziram significativamente (2,5%) e a porcentagem de alunos que concordam e concordam plenamente (nº 4 e 5) aumentaram bastante (55 e 38%). Portanto, é possível especular que os alunos chegaram na oficina sem saber que o CO₂ poderia reagir quimicamente com outro composto químico, mas a oficina os possibilitou saber que pelo menos o CO₂ consegue reagir com a base NaOH. Logo, conhecimento foi produzido.

A Figura 11 aborda a escala de Likert para a questão 5. Para 2,5% dos alunos investigados a oficina não influenciou na construção do conhecimento, porque tanto antes quanto depois a fração daqueles que discordavam muito não foi alterada. Entretanto, houve uma redução de aproximadamente 10% de alunos que discordavam. A fração de indivíduos que não têm uma opinião crítica formada (indiferente) reduziu em 7%, mostrando que a oficina foi capaz de formar opinião em parte dos indiferentes. A oficina e as minhas explicações permitiram que a maioria dos entrevistados concordassem (35%) e concordassem plenamente (50%) que o efeito estufa é um evento natural e que as ações humanas podem agravar esse fenômeno (Figura 11b). Isso, mostrou mais uma vez o sucesso da oficina em construir conhecimento químico, bem como fazer com que os alunos refletissem criticamente que as ações humanas têm impacto no meio ambiente, principalmente na questão do efeito estufa.

Figura 11 – Questão 5: o Efeito Estufa é um Evento Natural, que Pode Ser Agravado pelas Ações Humanas. Questionário (a) Inicial e (b) Final



Fonte: produzido pelo próprio autor.

A Tabela 4 apresenta os resultados da pesquisa para a questão 6, cujo objetivo foi identificar se os alunos aprenderam quais gases provocam o efeito estufa. Muitos alunos já sabiam que o CO_2 é um gás estufa (56,41%) e após a oficina essa fração aumentou para 76,47%. O gás N_2O e o vapor d'água também tiveram a fração aumentada, mas a fração do CH_4 reduziu. Os gases O_2 , N_2 e O_3 não são gases estufa, entretanto, após a oficina, o primeiro aumentou ligeiramente a fração e os outros dois reduziram significativamente. Era esperado que no questionário final os gases O_2 , N_2 e O_3 não fossem escolhidos como opção de resposta e o CH_4 apresentasse uma fração maior. Dessa forma, a oficina poderia ter dado mais destaque para os gases causadores do efeito estufa, pois, com exceção do CO_2 , os outros gases parecem ter sido escolhidos ao acaso.

Tabela 4 – Questão 6: Dentre os Gases Abaixo, Quais Podem Causar o Efeito Estufa?

Questionário	%								
	O ₂	CH ₄	CO ₂	N ₂	O ₃	N ₂ O	H ₂ O	Cl	Ø
Inicial	5,13	51,28	56,41	12,82	33,33	5,13	0,00	0,00	5,13
Final	5,88	38,24	76,47	5,88	8,82	26,47	20,59	0,00	5,88

Fonte: Produção do próprio autor.

5.5 DIALOGANDO COM PAULO FREIRE

Esse trabalho buscou se interligar com a pedagogia freireana. Por isso, a oficina foi pautada no diálogo, onde me preocupei em compreender as vivências e os conhecimentos que os alunos já traziam consigo a respeito da temática abordada (questionário inicial). Com essa troca de informações o conhecimento foi construído. Com isso, os alunos puderam entender que eles têm condições de auxiliar na construção do conhecimento, adquirindo aprofundamento na sua própria identidade. Todo esse processo foi realizado através da pedagogia do afeto, no qual foi criado um ambiente de empatia e liberdade para os alunos externarem os seus pensamentos, dúvidas e opiniões (Freire, 1992). A experiência realizada na oficina foi importante para esse propósito, já que a participação dos alunos permitiu um diálogo construtivo.

Da mesma forma como Freire fez em Angicos (Rio Grande do Norte) foi feito na oficina, foram utilizados termos do cotidiano dos aprendentes como, por exemplo, estufa de salgadinhos, aquecimento, derretimento de gelo, nível do mar e produtos de limpeza. Dessa forma, o entendimento daquilo o que se pretendeu ensinar ficou mais fácil, porque a linguagem empregada foi acessível aos alunos.

Paulo Freire defendia a necessidade do aluno desenvolver o senso crítico, isso pode ser conseguido mediante o desenvolvimento de mais que uma perspectiva de um mesmo evento. Dessa forma, indivíduos problematizadores serão formados, ou seja, a alienação será reduzida e as ideologias impostas pelos governos não terão tanta força (Freire, 1987).

A problematização foi realizada na oficina, podendo ser identificada no desenvolvimento do diálogo com o termo “temperatura agradável na Terra” (Rossi, 2022, s.n.).

- Apresentador: O que seria uma temperatura agradável?
- Aluno: É uma temperatura que permite os seres vivos viverem bem.
- Apresentador: O que é viver bem?

– Aluno: viver bem é quando o ser vivo não adquire doenças ou não morre quando a temperatura aumenta.

– Apresentador: Seria possível a temperatura aumentar e os seres vivos não ficarem doentes e não morrerem?

– Alunos: Sim, é possível.

– Apresentador: Perceberam? É possível que os seres vivos vivam bem com o aumento da temperatura.

Os alunos concordaram. O apresentador continuou o diálogo.

- Apresentador: Se um animalzinho que come quatro tipos de alimentos passar a comer apenas três tipos de alimentos, sendo o quarto alimento uma planta que deixou de existir porque a temperatura foi aumentada pelo agravamento do efeito estufa. E que devido à falta desse alimento o animalzinho passa a ter dificuldades para se reproduzir, ou seja, ele não ficou doente e não morreu, então ele vive bem, mas no futuro esse animalzinho pode deixar de existir.

– Apresentador: O aumento da temperatura afetou o animalzinho?

– Alunos: Sim.

Durante o diálogo acerca do termo “temperatura agradável na Terra” (Rossi, 2022, s.n.) foi possível avaliar que os alunos possuem uma percepção de que os seres vivos precisam viver bem, onde é desejável evitar as doenças e a morte. Isso destacou que para os alunos é importante a preservação da vida. Entretanto, ficou claro que os educandos não possuíam uma visão global das consequências, já que eles demonstraram que apesar de a temperatura aumentar os seres vivos não eram afetados por doenças e mortandade, logo, tudo estava bem.

Com a inserção da EA foi feita uma análise geral dos problemas causados pelo aquecimento global, mostrando que o ambiente o qual o indivíduo faz parte está conectado, onde o animalzinho precisa da planta (alimento) para garantir a existência da espécie no futuro e a planta precisa de uma temperatura adequada para sobreviver. Dessa forma, é necessário que as atividades humanas não perturbem as conexões e o equilíbrio existentes entre os ecossistemas. Todas essas correlações foram bem assimiladas pelos alunos, pois eles responderam positivamente à problematização e conseguiram pensar criticamente sobre essa abordagem.

Outra problematização foi desenvolvida envolvendo o comentário de um aluno: “o CO₂ já existia, mas foi aumentando com a evolução do homem” (Rossi, 2022, s.n.).

– Apresentador: O que seria a evolução do ser humano?

– Alunos: comprar uma casa e um carro novo, desenvolver uma internet mais potente, construir indústrias para fabricar coisas e construir prédios.

–Apresentador: Por que comprar um carro e uma casa significa a evolução do ser humano?

– Alunos: casa e carro novo trazem conforto para as pessoas.

– Apresentador: Vocês sabem que a cada ano o número de carros fabricados aumenta, aumentando também as emissões de CO₂?

– Alunos: Não pensamos por esse lado.

– Aluno: Não tem muito problema, porque a maioria dos carros são *flex*.

– Apresentador: O que seria um carro *flex*?

– Alunos: É um carro que funciona com álcool e gasolina.

O apresentador ficou curioso e decidiu prolongar o diálogo.

– Apresentador: O que um carro *flex* tem a ver com o efeito estufa?

Os alunos não souberam responder.

– Apresentador: Ambos os combustíveis quando queimados emitem CO₂. A gasolina é derivada do petróleo e o álcool produzido a partir da cana de açúcar. A cana é um vegetal e para crescer precisa capturar CO₂, retirando-o da atmosfera. Logo, o CO₂ entra em um ciclo: emissão a partir da queima do etanol e captura a partir do crescimento da cana. Isso é positivo. Logo, um carro funcionando com etanol é melhor do que um carro funcionando a gasolina, pois com gasolina só existe emissão de CO₂ e nunca captura.

– Aluno: É melhor o carro só funcionar com álcool.

– Apresentador: Correto! Mas isso nem sempre acontece, porque economicamente usar somente álcool não é vantajoso, já que um carro funcionando com gasolina possui um consumo de combustível menor. Portanto, a escolha do combustível depende do preço do álcool e da gasolina.

A fabricação de carros é uma transformação que o ser humano promoveu no meio ambiente, pois o carro não existia, mas passou a existir a parti da ação humana. Com a utilização do automóvel a sociedade pode ter a oportunidade de viver uma nova realidade social, já que se tornou possível se locomover com mais facilidade. Essa nova situação exigiu a construção de estradas e a produção de combustíveis, isso permitiu que a economia também se modificasse. Dessa forma, a fabricação de carros transformou a sociedade, a economia e o meio ambiente. Entretanto, essa transformação não gerou apenas consequências positivas, mas também algumas

negativas como, por exemplo, o agravamento do efeito estufa e a perda de área verde para a instalação das estradas.

Com essa discussão, os alunos tiveram a oportunidade de pensar criticamente no que diz respeito evolução e o bem-estar dos homens, pois eles não podem colocar os seus interesses acima do equilíbrio ambiental, ou seja, o carro pode ser fabricado e utilizado, mas sem perturbar negativamente o meio ambiente. Uma alternativa para minimizar os impactos das emissões de CO₂ é o álcool, isso foi importante destacar, porque os alunos perceberam que a sociedade tem capacidade de encontrar soluções para os problemas, o que acontece a partir do pensamento crítico.

Desenvolver uma internet mais potente é um sinal da evolução do ser humano. Entretanto, escolhi abordar esse tema levando para o lado da emissão de CO₂.

– Apresentador: Por que uma internet mais potente melhora a vida do homem?

– Alunos: Facilita na hora de fazer *downloads* e pesquisas.

– Apresentador: Vocês sabem como são feitos os computadores, os *tablets* e os celulares que são usados para navegar na internet?

– Alunos: Não.

– Apresentador: As peças que compõem tais dispositivos são produzidas utilizando energia na etapa de extração dos metais e de fabricação. Portanto, usar a internet custa lançar CO₂ para o meio ambiente. Então, como reduzir esses impactos?

– Aluno: Reduzindo o uso da internet?

– Apresentador: Isso não é necessário. Usar a internet da forma correta é positivo, pois ela é uma excelente ferramenta para o aprendizado.

– Aluno: Comprar celulares mais baratos pode ajudar.

– Apresentador: Isso ainda não é suficiente. Em média de quanto em quanto tempo vocês trocam de celular?

– Alunos: 2 anos, 1 ano, 6 meses e quando quebra.

Apenas um aluno respondeu quando quebra.

– Apresentador: O ser humano compra muitos celulares em um curto período de tempo, o que faz aumentar a produção desses dispositivos. Então o que também aumenta?

Apenas o aluno que respondeu “quando quebra” (Rossi, 2022, s.n.) e um outro aluno responderam que a quantidade de CO₂ também aumenta.

– Apresentador: Então, nesse caso, qual a solução para reduzir a emissão do gás?

– Alunos: Comprar menos celulares.

– Apresentador: O ideal seria usar o celular só quando necessário e manter o aparelho até ele parar de funcionar.

Muitos alunos concordaram, o que mostra que eles conseguiram ter uma opinião crítica diante do assunto.

A sociedade moderna segue o modelo capitalista, que não vê limites no consumo de produtos, como no caso dos celulares. De acordo com o diálogo, os alunos possuem uma mentalidade do consumismo exagerado, por isso trocam de celular em um curto espaço de tempo. Esse hábito social possibilita transformações negativas no meio ambiente, nesse caso, a emissão de CO₂ e a produção de lixo eletrônico. A mediação que desenvolvi na oficina foi importante para a construção do pensamento crítico, mostrando que se cada um passar a pensar diferente, ou seja, reduzir os hábitos consumistas, é possível promover ações positivas no meio ambiente e permitir a construção de uma sociedade sustentável, o que reduz os problemas socioambientais. Nesse caso, a educação ambiental crítica é fundamental como ato político emancipador.

Outra resposta dos alunos para a evolução do ser humano foi “construir indústrias para fabricar coisas” (Rossi, 2022, s.n.), uma resposta com a cara do consumismo capitalista.

– Apresentador: Qual a primeira imagem que vem à cabeça quando se fala em indústria?

– Alunos: Máquinas, emprego e chaminés.

– Apresentador: Do que as máquinas precisam para funcionar?

– Alunos: Energia, combustível e funcionários.

– Apresentador: A produção e o uso da energia são responsáveis pela maior parte das emissões de CO₂. Vocês sabem como é produzida a energia elétrica?

– Alunos: Hidroelétrica.

– Apresentador: A maior parte da energia do Brasil é produzida pelas hidroelétricas e que para funcionarem é necessário alagar grandes extensões de terra. A hidroelétrica pode emitir CO₂?

– Aluno: Provavelmente as áreas inundadas deveriam ter árvores e elas deixariam de absorver CO₂ do ar.

– Apresentador: O raciocínio está correto. Entretanto, essas mesmas árvores que ficam submersas se decompõem, produzindo metano, gás carbônico e óxido nitroso, gases que agravam o efeito estufa.

Nessa parte do diálogo mais uma vez ficou evidente que as ações humanas promovem transformações tanto ambientais quanto sociais, gerando prejuízos e benefícios socioambientais. A abordagem utilizada destacou que o grande prejuízo é a inundação de áreas de vegetação para a construção de hidroelétricas, gerando a emissão de gases estufa. Dessa forma, eu quis mostrar que para o homem evoluir e se desenvolver ele precisa modificar e destruir o meio ambiente. Logo, se o homem faz parte do meio ambiente ele prejudica a si mesmo. Dessa forma, é preciso que isso seja percebido e passar a pensar em uma sociedade consciente ambientalmente no sentido de que cuidar do ecossistema é cuidar da própria sociedade.

Um detalhe muito interessante pôde ser destacado com essa parte do diálogo, os alunos conseguiram compreender a importância das árvores no combate ao agravamento do efeito estufa. Em uma das falas um aluno destacou que as árvores das áreas inundadas morrem e deixam de absorver o CO₂. Isso mostra que lá no exemplo da cana de açúcar conhecimento significativo foi produzido e esse conhecimento foi utilizado na abordagem da hidroelétrica. Portanto, a educação ambiental crítica, utilizando a problematização como ferramenta, funcionou na oficina, pois a consciência ambiental começou a ser construída.

Prédios e arranha-céus também passam a imagem de desenvolvimento, por isso a construção de prédios foi uma das respostas dadas pelos alunos para a “evolução do ser humano” (Rossi, 2022, s.n.). Logo, esse assunto também foi explorado com a finalidade de mostrar o quanto impactante essa ação é para o agravamento do efeito estufa.

–Apresentador: Como se faz prédios?

– Alunos: Com cimento.

– Apresentador: Como se faz o cimento?

Os alunos não souberam responder.

– Apresentador: As fábricas que fazem cimento precisam de um forno que alcança uma temperatura próxima a 1500 °C. Como fazer para um forno chegar a essa temperatura?

– Alunos: Usando energia.

– Apresentador: Como conseguir essa energia?

– Alunos: É preciso queimar alguma coisa, como nos fogões ou precisa de eletricidade, como no forno elétrico.

– Apresentador: Correto! Mas o que é gerado quando se utiliza essa energia?

– Alunos: CO₂!

– Apresentador: A fabricação de muitos prédios aumenta o consumo de cimento e por consequência aumenta as emissões de gases do efeito estufa, principalmente o CO₂.

Os alunos concordaram.

A ação de construir prédios modifica o meio ambiente, porque, assim como os carros, os prédios não existem naturalmente no meio ambiente, mas foram construídos pelos homens. Entretanto, essa transformação constrói uma sociedade organizada e capitalista. Com isso, os alunos compreenderam que a construção de prédios pode representar a evolução material do ser humano, mas existe um custo que é a transformação forçada do meio ambiente e para isso o desequilíbrio ambiental é a consequência. A educação ambiental crítica foi desenvolvida, já que os educandos sedimentaram que toda ação humana tem consequências socioambientais que por um lado beneficia a humanidade e por outro prejudica. É importante destacar também que os alunos aprenderam que o uso de energia gera CO₂, mais uma vez conhecimento significativo foi gerado.

Problematização também foi desenvolvida envolvendo o comentário: “efeito estufa é aquecimento” (Rossi, 2022, s.n.).

– Apresentador: O aquecimento do planeta é um evento ruim?

– Aluno: Às vezes é ruim e às vezes é bom.

– Apresentador: Quando é ruim e quando é bom?

– Aluno: É ruim porque quando fica muito quente as plantas morrem e causa desconforto para nós. É bom porque quando fica muito frio as pessoas morrem nas ruas.

– Apresentador: Então você está me dizendo que existem temperaturas extremas, onde certos períodos fazem muito calor e outros muito frio.

– Aluno: Isso mesmo!

– Apresentador: Vocês acham que isso indica um equilíbrio ou desequilíbrio?

– Alunos: Desequilíbrio.

– Apresentador: Por que é um desequilíbrio?

– Alunos: Porque se fosse equilíbrio não existiria um calor muito forte nem um frio muito forte, seria um meio termo.

– Apresentador: Vocês estão certos. Parabéns!

– Apresentador: Como vocês mesmos disseram o Planeta está em desequilíbrio, podemos dizer, desequilíbrio climático. Além de matar plantas com longos períodos sem chuva e matar pessoas quando faz muito frio, vocês saberiam dizer outros problemas causados pelo efeito estufa?

– Alunos: O efeito estufa derrete a geleira e os animais morrem, o nível do mar sobe e já era quem mora na beira da praia.

– Apresentador: Isso mesmo! Entretanto, existem outros eventos climáticos que afetam a sociedade como, por exemplo, secas extremas, enchentes, furacões e geadas. Então percebam que o desequilíbrio climático tem a ver com o descontrole do clima, que está sendo causado pelas ações do ser humano. Vocês acham que as providências tomadas pelo ser humano estão sendo eficientes para evitar o efeito estufa?

– Alunos: Não.

– Apresentador: Por que não?

– Alunos: Porque se estivessem sendo efetivos esses eventos desapareceriam.

– Apresentador: Perfeito! Dessa forma, o efeito estufa é uma consequência das ações humanas, ações essas que causam um desequilíbrio na Terra. Portanto, políticas públicas e fiscalizações mais eficientes precisam ser desenvolvidas e realizadas para assegurar um Planeta mais seguro à sobrevivência humana. Lembrem-se! O Planeta não precisa de nós, mas nós precisamos do Planeta, por isso devemos cuidar dele.

Com a última parte do diálogo foi observado que os alunos perceberam as consequências causadas pelo efeito estufa, pois eles relataram a morte de plantas quando o calor é intenso, bem como as influências na sociedade como mortes e o desalojamento provocado pelo aumento do nível do mar. Dessa forma, os alunos puderam entender que as ações humanas estão provocando o desequilíbrio ambiental e que algo precisa ser feito para transformar a realidade que foi criada. Para isso, é preciso que todos os segmentos da sociedade se engajem e promovam ações que sejam efetivas, pois como os próprios alunos disseram as ações humanas não estão sendo efetivas para evitar o efeito estufa. Portanto, com as percepções dos alunos foi

possível especular que houve formação de consciência crítica, implantada mediante o desenvolvimento da educação ambiental crítica.

A problematização desenvolvida nos diálogos durante a oficina teve a intenção de fazer o aluno raciocinar criticamente, conseguindo êxito em sua função. A partir do desenvolvimento do pensamento crítico, dito consciência freireana, o aluno não aceita tudo o que lhe é ensinado, ele avalia e entende o que está por trás das informações transmitidas. Além disso, a pedagogia freireana respeita as diferenças, onde as outras formas de pensar não são inferiores, isso permite desenvolver indivíduos compreensivos. Logo, a educação empodera os sujeitos, inclusive os mais pobres, permitindo a formação de uma sociedade mais justa e igualitária (Freire, 1987).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação ambiental é necessária e precisa ser introduzida e desenvolvida na educação brasileira, pois o Brasil e o Mundo necessitam preservar o meio ambiente. Isso é indispensável, porque a cada dia que se passa mais florestas são derrubadas e/ou queimadas, rios e mares são poluídos, e ar e solo são contaminados com gases do efeito estufa e materiais que inviabilizam o manejo de plantações.

Através do levantamento bibliográfico feito em anais do ENEQ, pôde-se perceber que a maioria dos trabalhos produzidos que abordam algum tema relacionado à Educação Ambiental foram desenvolvidos por instituições localizadas na região Sudeste do país. Dessa forma, reiteramos a importância das demais regiões do país ampliar a quantidade de pesquisas e publicar trabalhos relacionados à EA, levando sempre em consideração os temas mais relevantes para a realidade local, envolvendo seus biomas, suas atividades econômicas e o seu desenvolvimento socioambiental.

Também foi possível perceber que os novos professores, sobretudo os de química, estão recebendo uma formação a nível superior que inclui a EA no seu currículo. Com isso, é possível especular que cidadãos cada vez mais críticos serão formados através da ação desses professores, para opinar, discutir e agir no que tange as ações direcionadas às questões ambientais.

Outro ponto a ser destacado é a baixa produção de publicações envolvendo o tema de efeito estufa e emissões de gás carbônico. Ao publicar trabalhos em eventos de âmbito nacional como o ENEQ, ampliamos a discussão desse tema tão importante para a preservação do meio ambiente e para a manutenção da vida. Esse tema é tão flexível que é possível desenvolver trabalhos relevantes com alunos e pesquisadores de diversas faixas etárias e níveis de ensino, tendo a capacidade de produzir publicações riquíssimas em se tratando de estratégias didáticas e que fomentem a discussão em todos os meios sociais. Este trabalho de conclusão de curso surgiu justamente como demanda da baixa quantidade de trabalhos, verificada nos anais do ENEQ.

A experimentação é uma alternativa interessante para o ensino de química, pois desperta a atenção dos alunos e favorece o aprendizado, já que transforma a abstração, peculiar da química, em uma situação real. Dessa forma, esse trabalho se

propôs a elaborar e aplicar uma oficina didática nomeada de processo de absorção de CO₂, onde os alunos do curso de Formação de Professores de Nível Médio viram, a partir da minha mediação, um experimento acontecendo ao vivo.

O experimento proposto contou com uma reação química que, na presença de um indicador ácido-base, mudou de cor e, ao estimular os sentidos dos alunos, despertou muita curiosidade entre eles. A curiosidade dos alunos foi uma oportunidade para produzir conhecimento significativo mediante a intervenção adequado do pesquisador que apresenta a oficina. A mediação foi feita tomando como base o método Paulo Freire, utilizando os conhecimentos prévios dos alunos, palavras geradoras e situações do cotidiano para desenvolver o pensamento crítico.

Não é possível afirmar, com as estratégias pedagógicas disponíveis durante as apresentações da oficina, que os alunos participantes tenham compreendido todos os pormenores técnicos e químicos envolvidos na apresentação do kit experimental, uma vez que eles mesmos externaram durante um dos momentos que não têm a disciplina de Química durante o curso de Magistério. Entretanto, ao longo das discussões produzidas, ficou evidente, tanto a mim como mediador quanto à colega que me ajudou na aquisição de dados durante as discussões, que houve produção de conhecimento científico envolvendo a Educação Ambiental como prática de cidadania, o que provavelmente impactará de forma positiva na vida desses estudantes.

O conhecimento científico produzido juntamente com os alunos durante as discussões refletiu nas respostas dadas ao questionário final aplicado. Antes do início da oficina, uma quantidade expressiva de alunos marcou o número 3 da escala Likert, correspondendo a categoria indiferente, ou seja, sinalizando um desconhecimento sobre as questões abordadas. Após toda intervenção pedagógica, ao receber as respostas do questionário final, foi observado que elas saíram do estado de indiferença e os alunos demonstraram uma opinião formada (concordante ou discordante) sobre as questões ou frases abordadas no questionário. Esse resultado reiterou um indicativo de que a produção de conhecimento científico durante a oficina foi capaz de gerar algum impacto no aprendizado dos alunos, mesmo que não seja possível mensurar isso.

Como sugestões para trabalhos futuros podemos pensar em aplicar essa oficina como uma aula experimental dentro das atividades bimestrais em uma escola de Ensino Médio da rede pública estadual. Porém, para adaptar o kit a realidade dessas escolas, sugerimos substituir as vidrarias utilizadas por materiais reciclados

como garrafas pet transparentes, vidros de conserva com tampa, mangueiras plásticas e fitas veda rosca ou isolante. Além disso, pode-se substituir as soluções de ácido clorídrico e de soda cáustica utilizadas como reagentes por vinagre incolor, que pode ser conseguido na cozinha da própria escola, e solução a base de amônia 5,8%, que pode ser comprada em farmácias. O indicador fenolftaleína pode ser substituído pelo extrato de repolho roxo ou de beterraba, e o carbonato de sódio pode ser substituído pelo bicarbonato de sódio, também encontrado na cozinha da própria escola.

Outra sugestão que deixamos é utilizar o kit adaptado dentro dos módulos de uma sequência didática transdisciplinar sobre Educação Ambiental, utilizando-o numa aula experimental sobre o tema na disciplina de Química. Nesta sequência didática, também podem ser abordados conceitos de impactos ambientais do efeito estufa na fauna e flora na disciplina de Biologia, atividade de produção textual acerca do tema em Língua Portuguesa, produção de objetos de valor agregado com materiais reciclados para a disciplina de Artes, atividades sobre mudanças climáticas para a disciplina de Geografia, entre outros.

REFERÊNCIAS

- AHMADIJOKANI, F. et al. Polyurethane-based membranes for CO₂ separation: A comprehensive review. **Progress in Energy and Combustion Science**, v.97, p. 101095, 2023.
- ALMEIDA, et al. Coloides e Ensino de Química: análise da produção acadêmica nos anais digitais do ENEQ e do SIMPEQUI entre 2012-2022. **Anais do 15º Congresso Scientiarum Historia**, Rio de Janeiro, 2022.
- ALVIM, M. **Eunice Foote: a feminista do século 19 que descobriu as primeiras evidências do efeito estufa e foi esquecida**. 08 mar. 2023. BBC News Brasil. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cqv816ewjx7o>. Acesso em: 30 abr. 2023.
- ARAÚJO, A.B. et al. Reflorestamento como ação mitigadora das emissões de CO₂ em um o restaurante popular. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v.5, n.10, p. 565-573, 2018.
- ARAÚJO, D.L. O que é (e como faz) sequência didática? **Revista de Linguística do Departamento de Letras Vernáculas da UFC**, v.3, n.1, p. 322-334, 2013.
- ARRAIS, A.A.M; BIZERRIL, M.X.A. A Educação Ambiental Crítica e o pensamento freireano: tecendo possibilidades de enfrentamento e resistência frente ao retrocesso estabelecido no contexto brasileiro. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v.37, n.1, p. 145-165, 2020.
- BARRY, R.; CHORLEY, R. **Atmosfera, tempo e clima**. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- BRASIL. Câmara do s Deputados. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, 25 out. 2012. Disponível em: https://cdn.univocosa.com.br/files/portal/leis_de_diretrizes_e_bases_da_educa%C3%A7%C3%A3o_nacional.pdf. Acesso em: 11 jun. 2023
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf. Acesso em: 11 jun. 2023.
- BRASIL. **Lei n. 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/infocidade/lei_n%C2%BA_6.938-1989_-_politica_nacional_de_meio_ambiente.pdf. Acesso em: 11 jun. 2023.

BRASIL. **Lei n. 9.795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm. Acesso em: 11 jun. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Caderno Meio Ambiente: Educação ambiental: educação para o consumo**. Brasília, jul. 2022. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/cadernos_tematicos/caderno_meio_ambiente_consolidado_v_final_27092022.pdf. Acesso em: 11 jun. 2023.

BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Resolução nº 2, Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Amazônia. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/amaz%C3%B4nia>. Acesso em 07 de julho de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Bioma Caatinga. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/caatinga>. Acesso em 11 de julho de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em 28 de agosto de 2022.

CARNIATTO, IRENE. **Subsídios para um processo de gestão de recursos HÍDRICOS e educação ambiental nas sub-bacias xaxim e santa rosa, bacia hidrográfica paraná III**. Tese (Doutorado) - Doutora em Ciências Florestais do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. CURITIBA, 2007.

CUNHA, LUÍSA MARGARIDA ANTUNES. **Modelos Rasch e Escalas de Likert e Thurstone na medição de atitudes**. Dissertação (Mestrado) – Mestra em Probabilidades e Estatística do Departamento de Estatística e Investigação Operacional, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. LISBOA, 2007.

DICKMANN, I.; CARNEIRO, S.M.M. Paulo Freire e Educação ambiental: contribuições a partir da obra Pedagogia da Autonomia. **Revista Educação Pública**, v.21, n.45, p. 87-102, 2012.

DICKMANN, IVO; DICKMANN, IVANIO. **Paulo Freire: método e didática**. 1.ed. Chapecó: Livrologia, 2020.

DINIZ. E.M. Os resultados da RIO+10. In: Revista do departamento de geografia da USP. Número 15, 2004, ISSN 0102-4582. Disponível em: http://www.geografia.fflch.usp.br/publicacoes/RDG/RDG_15/31-35.pdf. Acesso em: 13 novembro 2022.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários a prática docente**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança: Um reencontro com a Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Política e Educação**. São Paulo: Cortez Editora, 1993.

GARCIA, E.A.S. Resenha crítica do livro: Pedagogia do oprimido. **Revista Húmus**, v. 11, n. 33, p. 395-399, 2021.

GOMES, R.; MIRANDA, J. L.; SILVA, F. G. O. A Educação ambiental crítica como um dos caminhos de reflexo no currículo da licenciatura em química. *In*: Sanches, A.; Coelho, F. J. F.; Miranda, J. L.; Tamiasso-Martinhon, P. (org.). **Anais do Workshop: Educação Ambiental e o Ensino de Química**. 1ed. Curitiba: Brazil Publishing, 2020, v. 1, p. 118-123.

JACOBI, P. **Movimento ambientalista no Brasil**. Representação social e complexidade da articulação de práticas coletivas. *In*: Ribeiro, W. (org.). Publicado em Patrimônio Ambiental. EDUSP. São Paulo: 2003.

HUHE, F.N.U.; KING, J.; CHUANG, S.S.C. Amine-based sorbents for CO₂ capture from air and flue gas-a short review and perspective. **Research on Chemical Intermediates**, v.49, p. 791-817, 2023.

JUNGES, A.L. et al. Efeito estufa e aquecimento global: uma abordagem conceitual a partir da física para educação básica. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 126-151, 2018.

LIN, L. et al. Characteristics, application and modeling of solid amine adsorbents for CO₂ capture: A review. **Journal of Environmental Management**, v. 325, p. 116438, 2023.

MIRANDA, J. L.; TAMIASSO-MARTINHON, P.; GERPE, R.; OLIVEIRA, RAQUEL F.; FARIA, P.; GONÇALVES, ARIANE S. A Educação Ambiental na práxis do Antropoceno e dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Química Nova na Escola**, v. 44, p. 126-136, 2022.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. 2.ed. São Paulo: Brasiliense, 2009.

ROOS, A; BECKER, E.L.S. Educação ambiental e sustentabilidade. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.5, p. 857-866, 2012.

ROSSI, T.M. **Caderno de bordo eletrônico**. Nov. 2022. Registros da oficina didática "Processo de absorção de CO₂".

SCHUMACHER, JANE; ROCHA, E.L.; MARTINEZ, L.S. Paulo Freire e a educação ambiental como ato político: uma reflexão necessária. In: SEMINÁRIO NACIONAL DIÁLOGOS COM PAULO FREIRE: UTOPIA, ESPERANÇA E HUMANIZAÇÃO, 9., 2015, Igrejinha. **Anais do IX Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire: Utopia, Esperança e Humanização**. Igrejinha: FACCAT, 2015. v. 8, p. 1-8.

SILVA, Ângela dos Santos Maia Nogueira. **Um Olhar sobre a Educação Ambiental no Ensino Médio: Praticar a Teoria, Refletir a Prática**. 2003. 103 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.


SILVA, Cleyton Martins. **Abordagem e contextualização da captura de CO₂ na educação de química para o ensino médio**. 2008. Monografia, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

SORNBERGER, N.A. et al. A consolidação do movimento ambientalista e da educação ambiental no Brasil e no mundo: algumas perspectivas históricas. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, p. 301-317, 2014.

STF. **Agenda 2030**. Jun. 2023. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/hotsites/agenda-2030/#:~:text=A%20Agenda%202030%20da%20ONU,17%20objetivos%20de%20de%20senvolvimento%20sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 10 jun. 2023.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R.C. A química no efeito estufa. **Química Nova na Escola**, n.8, p. 10-14, 1998.

ANEXO A – PRODUÇÕES BIBLIOGRÁFICAS EM EVENTOS CIENTÍFICOS



CONGRESSO SCIENTIARUM HISTORIA

1922 e uma semente chamada Brasil


100 anos da Semana de Arte Moderna - Centenário de Darcy Ribeiro - Bicentenario da Independência do Brasil



CONGRESSO SCIENTIARUM HISTORIA 15

Certificamos que **THIAGO MARCONCINI ROSSI** integrou na qualidade de **APRESENTADOR** a sessão **PÔSTER DIALOGADO** com o trabalho intitulado **INVESTIGAÇÃO DE DADOS LITERÁRIOS ASSOCIADOS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL PUBLICADOS NO ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA (ENEQ) 2016-2020** como parte das atividades do CONGRESSO SCIENTIARUM HISTORIA 15, realizado no período de 16 a 19 de novembro de 2022, online <http://www.hcte.ufrj.br/scientiarum>, perfazendo um total de 3h.

Rio de Janeiro, 19 de novembro de 2022.



Prof. Maira Monteiro Fróes
Presidente do Congresso



CONGRESSO SCIENTIARUM HISTORIA

1922 e uma semente chamada Brasil

Oficina de Trabalho de História - Colômbia e São Paulo - História e Indagações 2016



Contribuições freirianas para a educação ambiental brasileira: uma análise dos anais do Encontro Nacional de Ensino de Química entre 2016-2020

Freirian contributions to brazilian environmental education: an analysis of the Encontro Nacional de Ensino de Química annals between 2016-2020

Thiago Marconcini Rossi

Instituto de Química (IQ), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
marconcinirossi@hotmail.com

Jussara Lopes Miranda

Programa de Pós-Graduação em Química, IQ, UFRJ
 Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Química, IQ, UFRJ
jussara@iq.ufrj.br

Priscila Tamiasso-Martinhon

Programa de Pós-Graduação em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, IQ, UFRJ
 Programa de Pós-Graduação Profissional em Química em Rede Nacional, IQ, UFRJ
 Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Química, IQ, UFRJ
pris@iq.ufrj.br

Abstract. Considering that human activities have been causing major impacts on the environment, it is observed in many countries the growth of public policies to minimize human polluting actions. In this sense, according to Freire's premises on liberating education, the



verification of the volume produced of bibliographic reference on environmental education can be consolidated as an important instrument, mainly, in the training of future chemistry teachers in Brazil.

Keywords: *Environment. Greenhouse effect. Carbon dioxide. Liberating education.*

Resumo. Considerando que as atividades humanas vêm causando grandes impactos no meio ambiente, observa-se em muitos países o crescimento de políticas públicas para minimizar as ações poluidoras do homem. Neste sentido, de acordo com as premissas freirianas sobre educação libertadora, a constatação do volume produzido de referencial bibliográfico sobre educação ambiental pode se consolidar como um instrumento importante, principalmente, na formação dos futuros professores de química no Brasil.

Palavras-chave: Ambiente. Efeito estufa. Dióxido de carbono. Educação libertadora.

1. Introdução

O estudo de caso tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica dos trabalhos publicados nas últimas três edições do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) que estejam associados à Educação Ambiental (EA) e a emissão de CO₂, evidenciando a importância do sistema educacional abordar as questões sobre a degradação e segurança ambiental. Com base na análise do referencial teórico levantado, observa-se que boa parte dos recursos naturais vêm sendo degradados paulatinamente, considerando que o processo industrial desenvolve novos materiais antes inexistentes na natureza com a finalidade de atender às demandas de consumo da sociedade contemporânea. Além do fabrico desses novos materiais, outros tipos de atividades humanas, lançam no ambiente substâncias que não podem ser absorvidas, processadas e assimiladas pelos ecossistemas naturais. Tudo isso pode causar impactos degradadores do meio ambiente, provocando danos que comprometem a segurança ambiental e social. Por isso, políticas públicas relacionadas à preservação ambiental estão cada vez mais fazendo parte da sociedade, daí surge o termo EA.

O Ministério do Meio Ambiente brasileiro (BRASIL, 2022) reconhece o potencial da EA na promoção de cidadãos críticos e responsáveis, bem como na emancipação desses sujeitos, tornando-os detentores de consciência social dos direitos e deveres para com a sociedade, incluindo a responsabilidade ambiental (REIGOTA, 1994). Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1999) assumem que a educação em nível básico seja capaz de formar cidadãos críticos que participam ativamente da sociedade. Considerando relevância da interdisciplinaridade no sistema educacional brasileiro, a Lei nº 9.795/1999 determina que os conteúdos implicados na EA, sejam um processo contínuo, aplicado a todas as disciplinas escolares. Com isso, a disciplina Química, por estudar a matéria e suas transformações, é uma protagonista em discussões relacionadas ao meio ambiente (LIMA et al., 2018).

O Efeito estufa é um fenômeno natural que eleva a temperatura da Terra, causando problemas ambientais irreparáveis, configurando-se como uma das grandes preocupações pela emissão de



gases poluidores. Dentre eles, o CO₂ é o de maior destaque, porque a sua emissão tem se intensificado a cada ano. O Observatório do Clima (2017) apresentou estudos de Richard Zeebe, da Universidade do Havaí em Manoa, informando que a queima de combustíveis fósseis emitiu 36 bilhões de toneladas de CO₂ em 2014. O Observatório ainda apresentou que em 2013 o Brasil emitiu 2,09 bilhões de toneladas de CO₂ e em 2016, 2,28 bilhões de toneladas, esses números colocam o Brasil como o sétimo maior poluidor do planeta.

Estudos desenvolvidos pela *Energy Information Administration – EIA* (2007) previram para o ano de 2030 emissões de 42,9 bilhões de toneladas de CO₂, evidenciando o aumento das emissões. Os grandes responsáveis pelo aumento da concentração de CO₂ na atmosfera são o desmatamento, a produção de cimento e as fontes de energia não renováveis. O *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* 2022 destaca que desde a era pré-industrial até a atualidade foram emitidas 2,4 trilhões de toneladas de CO₂, sendo 38% entre os anos 1850 e 1989 e 42% de 1990 até 2019. Além disso, dados do relatório apontam que nos últimos 10 anos foram lançados na atmosfera cerca de 17% de todo carbono emitido, o que mostra uma tendência de alta nas emissões de CO₂. Dessa forma, observa-se a urgência de ações políticas, econômicas, sociais, ambientais e educacionais que reduzam a emissão de gases estufa. Dentre essas ações, a EA é a base para que o cidadão se torne consciente ambientalmente.

A partir da EA, é esperado que os cidadãos se conscientizem sobre sua responsabilidade quanto à emissão de CO₂, e desenvolva maneiras para minimizar os danos causados ao meio ambiente.

2. Referenciais teóricos

O desenvolvimento desse trabalho tem como referenciais teóricos a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC estabelece normas para as aprendizagens essenciais, permitindo o desenvolvimento da educação básica com garantia do aprendizado em conformidade com o Plano Nacional de Educação (PNE). A formação humana e a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva são os fundamentos das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCN). A BNCC é o pilar de todo o sistema educacional do Brasil, pois ela formula o currículo e as propostas pedagógicas de todas as esferas escolares: Estados, Distrito Federal e Municípios. Além disso, a BNCC faz parte da política da Educação Básica, articulando as ações inerentes a formação de professores, avaliação, preparação de conteúdos e infraestrutura (BRASIL, 2017).

Para o bom desenvolvimento da aprendizagem na Educação Básica é preciso que dez competências gerais sejam asseguradas, as quais são definidas pela BNCC. No âmbito das competências a BNCC se alinha à Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) e admite que a educação precisa garantir valores e incentivar atitudes que colaborem para a mudança da sociedade, tornando-a mais humana e justa, bem como preservar o meio ambiente (BRASIL, 2013).

É importante destacar que as competências estão relacionadas com as três etapas da Educação Básica: Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino médio. Elas são responsáveis por



construir o conhecimento, desenvolver habilidades e formar atitudes e valores dentro dos parâmetros estabelecidos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Dentro das ciências químicas e da EA se destacam as competências (BRASIL, 2017, p.9-10):

- Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
- Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
- Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

A vista disso, a interpretação da pesquisa bibliográfica busca analisar os trabalhos seguindo os pressupostos teóricos do filósofo e educador Paulo Freire, no qual propõe uma educação que seja capaz de libertar o indivíduo, evidenciando a eficácia da formação educacional quando os conteúdos do conhecimento estão inseridos na vida cotidiana. Freire acreditava que o contexto e a história de vida do indivíduo não podem ser ignorados durante a sua formação, onde ela se dá a partir do diálogo e da relação entre o professor e o aluno. O ato educativo transforma não somente o aluno, mas também o professor, já que ambos aprendem e ensinam ao mesmo tempo. O que se espera com esse processo é a independência, ou seja, uma educação emancipadora. Com a educação problematizadora é possível desenvolver o pensamento crítico, permitindo uma atitude ativa tanto do professor quanto do aluno, levando a um entendimento do mundo que os cercam. Dessa forma, a pedagogia freireana enxerga a educação como um ato político capaz de mudar a sociedade (CHIARELLA et al., 2015).

Para conseguir a independência na educação a metodologia de Freire se baseia na ação-reflexão-ação, conseguida a partir do incentivo à curiosidade e à experimentação, onde o aluno assume uma atitude ativa, levando a um julgamento crítico da realidade. O professor deve atuar de maneira respeitosa aos conhecimentos e as diversidades dos alunos, minimizando as atitudes discriminatórias e focar na problematização. Paulo Freire retrata que o professor precisa saber escutar o aluno e dialogar com ele, assim o ensino será efetivo (CHIARELLA et al., 2015).

O destaca que o professor em formação ou já experiente precisa adquirir alguns saberes indispensáveis, tal como o de que o professor é o sujeito da produção do saber, onde ensinar não é transferir conhecimento e sim criar condições para que o conhecimento seja construído ou produzido. Educar é um ato político e democrático, no qual o educador em seu exercício deve aguçar o educando a desenvolver a sua capacidade crítica, curiosidade e deixar de lado a submissão. Dessa forma, o aprendizado é verdadeiro e o educando constrói o saber ensinado conjuntamente ao educador. Nessas condições, além de ensinar conteúdos, o papel do docente é fazer com que o aluno aprenda a pensar corretamente (FREIRE, 2018).



Segundo o filósofo, o ensino exige pesquisa, sendo uma coisa dependente da outra, ou seja, em suas palavras “Pesquisa para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquisa para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.” (FREIRE, 2018, p.31).

3. Metodologia

A metodologia utilizada nesse trabalho se baseou no levantamento bibliográfico de caráter qualitativo-descritivo de Trabalhos Completos (TC) e Resumos Simples (RS) dos anais do ENEQ 2016 (Florianópolis), 2018 (Rio Branco) e 2020 (Pernambuco). A partir disso, foi realizada uma análise crítica de documentos relacionados à EA com base nos descritivos ambient, CTS, efeito estufa, CO₂, dióxido e gás carbônico. Os descritivos foram analisados nos títulos, resumos e palavras-chave. Com isso, os textos foram selecionados como pertinentes quando o assunto tinham relação com a EA. Todos os textos foram pesquisados em arquivos digitais, sendo o ENEQ 2016 e 2018 realizados no formato presencial e o de 2020, devido a pandemia, no formato on line. A pesquisa levou em consideração todas as áreas temáticas.

O levantamento foi realizado por busca de palavras, utilizando os descritivos escolhidos. A partir disso, foi analisado o título do trabalho. Sendo o título pertinente com o escopo EA o resumo do texto foi analisado para verificar ou não a possibilidade de escolha do trabalho. Mediante a comprovação da pertinência do texto, uma leitura com maior riqueza de detalhes foi processada a fim de extrair informações de maior importância.

A partir do conjunto de textos selecionados, foi feita uma classificação em RS e TC. Depois disso, para cada descritivo, foram contabilizadas as quantidades de trabalhos por classe de texto e dentro de cada classe foi feita uma divisão por áreas temáticas, bem como a contagem do número de textos por área. Com a intenção de mapear a realização da EA, os textos foram classificados por regiões do Brasil e nível de ensino. O nível de ensino foi considerado somente o do primeiro autor, que para fins práticos é o autor principal do texto.

4. Resultados e Discussão: desenvolvendo o trabalho

Avaliando a pesquisa realiza nos anais do ENEQ 2016 foram encontrados trabalhos relacionados à EA nas áreas EA – Educação Ambiental, EAP – Ensino e Aprendizagem, CA – Currículo e Avaliação, CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade, FP – Formação de Professores, EX – Experimentação no Ensino, MD – Materiais Didáticos, LC – Linguagem e Cognição. A Tabela 1 destaca que para a edição de 2016 foram encontrados 86 trabalhos relacionados à educação ambiental, onde o descritivo que forneceu o maior número de trabalhos foi “ambient” (71%). Isso já era esperado, porque todos os trabalhos sobre EA naturalmente possuem o termo “ambient”. O descritivo “CTS” foi responsável por 24% dos trabalhos, mostrando que tem uma boa representatividade sobre o tema. Entretanto, muito poucos trabalhos estão relacionados a



temática CO_2 (3%), isso fica comprovado pela pequena quantidade de trabalhos publicados contendo os descritivos mais específicos: (i) três para “efeito estufa” e (ii) um para “dióxido”. Não foi encontrado nenhum trabalho com os descritivos “gás carbônico” e “ CO_2 ”.

A Figura 1a representa graficamente a distribuição dos trabalhos do ENEQ 2016 por nível de ensino, destacando que 76% das pesquisas foram realizadas por alunos de graduação e apenas 24% por alunos de nível médio. Esse resultado destaca que a maior preocupação em aprender ou aplicar a EA está associada a estudantes de níveis de formação superior, embora muitas dessas pesquisas destaquem a aplicação da EA na educação básica. Com isso, os dados mostram que a formação dos novos professores se preocupa em prepará-los para atuar como educadores ambientais e que os cidadãos terão uma formação ambiental.

Tabela 1. Variáveis a serem consideradas na avaliação das técnicas de interação.

Área temática	Classe	Descritivo					
		ambient	CTS	efeito estufa	dióxido	gás carbônico	CO_2
EA	RS	27	0	1	0	0	0
	TC	22	0	0	0	0	0
EAP	RS	1	1	0	1	0	0
	TC	0	0	0	0	0	0
CA	RS	1	0	0	0	0	0
	TC	0	0	0	0	0	0
CTS	RS	2	10	0	0	0	0
	TC	3	10	1	0	0	0
FP	RS	1	0	0	0	0	0
	TC	0	0	0	0	0	0
EX	RS	2	0	0	0	0	0
	TC	0	0	0	0	0	0
MD	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
LC	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	1	0	0	0
Total		61	21	3	1	0	0

A Figura 1b destaca a distribuição dos trabalhos do ENEQ 2016 por região do Brasil. Os dados mostraram que a maioria dos trabalhos foram desenvolvidos na região sudeste (41%), mostrando que os maiores centros urbanos têm uma maior representatividade no desenvolvimento da EA, provavelmente, porque possui a maior densidade populacional e consequentemente o maior número de escolas. Por outro lado, a região norte, por apresentar menor densidade de pessoas, detém aproximadamente 4% dos trabalhos. Foi percebido valores semelhantes entre as regiões nordeste e sul (20%), mostrando que o nordeste (mais pobre) e o sul (mais rico) desenvolvem a EA com o mesmo nível de importância. Já o centro-oeste tem 16% dos trabalhos publicados no ENEQ 2016. Dessa forma, podemos perceber que nordeste, centro-oeste e sul caminham juntos na EA e o norte deixa a desejar. Isso pode expressar certo grau de preocupação, uma vez que é na região norte que o Brasil concentra a maior área verde do mundo (Floresta Amazônica) e consequentemente altos índices de degradação ambiental.



A Figura 1c apresenta a distribuição dos trabalhos do ENEQ 2016 por tema gerador, sendo o termo "Geral" atribuído a temas diversos (38%) como, por exemplo, sustentabilidade e conservação do meio ambiente. Dentre os temas específicos a reciclagem possui a maior quantidade de trabalhos publicados (23%), com destaque para a reciclagem do óleo de cozinha na produção de sabão caseiro e a reciclagem de plásticos. Coleta seletiva, poluição hídrica e atmosférica possuíram representatividade semelhante (10%) na EA do ENEQ 2016. Apesar de uma menor representatividade ($\leq 3\%$) o tema gerador agrotóxico e poluição do solo também foram abordados dentro do área de EA.

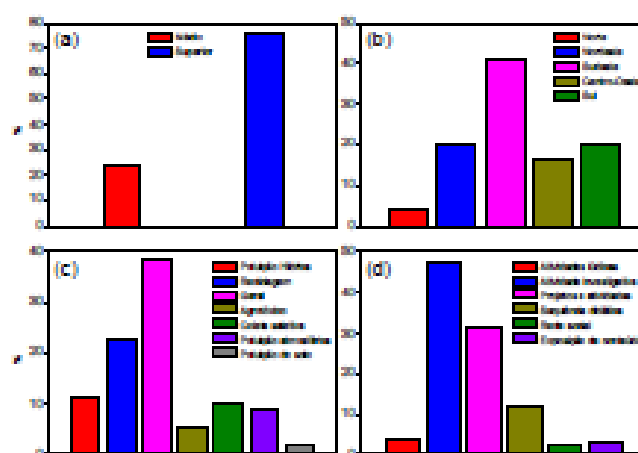


Figura 1 – Distribuição dos trabalhos do ENEQ 2016 por (a) nível de ensino, (b) região do Brasil, (c) tema gerador e (d) estratégia de abordagem.

A Figura 1d representa a distribuição dos trabalhos do ENEQ 2016 por estratégia de abordagem. Destaque maior foi dado para a atividade investigativa (47%) que detém, principalmente, as estratégias direcionadas para questionário, revisão bibliográfica, pesquisa qualitativa exploratória e análise de livros didáticos. Os projetos e atividades seguem em segundo lugar (32%), onde tiveram destaque a atividade experimental, oficina temática e feira de ciências. A sequência didática segue em terceiro lugar com 12%, já as atividades lúdicas, rede social e exposição de conteúdo em sala de aula obtiveram representatividade menor do que 5%. Esses dados mostram que os professores têm conseguido superar o comodismo da sala de aula, inovando nas estratégias de ensino.

Avaliando a pesquisa realiza nos anais do ENEQ 2018 foram encontrados trabalhos relacionados à EA nas áreas: EA – Educação Ambiental, EAP – Ensino e Aprendizagem, CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade, FP – Formação de Professores, MD – Materiais Didáticos, EFD – Educação em espaços não-formais e divulgação Científica, HFS – História, Filosofia e Sociologia da Ciência, IPE – Inclusão e Políticas Educacionais, TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação. A Tabela 2 destaca que para a edição de 2018 foram encontrados 72 trabalhos relacionados à educação ambiental, onde o descritivo que forneceu o maior número de



trabalhos também foi “ambient” (63%). Assim como em 2016 a edição de 2018 também mostrou que o descritivo “CTS” apresentou a segunda maior representatividade (15%). Apesar de ainda possuir uma menor representatividade nas publicações, trabalhos envolvendo a temática CO₂ (“efeito estufa”, “dióxido”, “gás carbônico” e “CO₂”) apresentaram um maior número (22%) na edição de 2018.

Tabela 2. Levantamento bibliográfico dos trabalhos pesquisados no ENEQ 2018.

Área temática	Classe	Descritivo					
		ambient	CTS	efeito estufa	dióxido	gás carbônico	CO ₂
EA	RS	4	1	1	0	0	0
	TC	10	1	1	0	0	0
EAP	RS	1	0	0	1	0	1
	TC	8	1	2	1	1	1
EPD	RS	2	0	0	0	0	0
	TC	0	0	0	0	0	0
CTS	RS	4	5	1	0	0	1
	TC	6	3	0	0	0	2
FP	RS	1	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
HFS	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
MD	RS	2	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
IPE	RS	1	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
TIC	RS	1	0	2	1	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
Total		45	11	7	3	1	5

A Figura 2a destaca que o ENEQ 2018 apresentou o mesmo perfil do ENEQ 2016 no quesito nível de ensino. Com isso, o número de trabalhos envolvendo alunos de nível superior atingiu 96% de representatividade. Por um lado a formação de professores se torna cada vez mais fortalecida no ensino de EA, mas por outro lado, cada vez menos alunos do ensino médio se empenham em produzir trabalhos e projetos sobre EA.

A Figura 2b destaca a distribuição dos trabalhos do ENEQ 2018 por região do Brasil. Mais uma vez a região sudeste se destacou na representatividade dos trabalhos sobre EA (31%). Entretanto, a diferença do sudeste para as demais regiões foi menor quando comparado ao ENEQ 2016. As regiões norte (19%) e centro-oeste (23%) tiveram a representatividade aumentada, sendo importante destacar o aumento da região norte, já que é nela que está localizada a Floresta Amazônica (o pulmão do mundo). A região sul manteve aproximadamente a mesma representatividade (17%) daquela de 2016, não indicando mudança de postura com relação a EA. Por fim, a região nordeste apresentou a menor representatividade (9%), indicando um retrocesso na EA.

A Figura 2c apresenta a distribuição dos trabalhos do ENEQ 2018 por tema gerador, onde o termo “Geral” se destacou pelos seus 62% de representatividade. Nela são abordados temas



como energias renováveis, Química Verde, sustentabilidade, análise de livros didáticos, rompimento da barragem de Fundão e bioplásticos. Poluição hídrica (8%) e reciclagem (11%) assumiram valores semelhantes na porcentagem de trabalhos publicados, sendo a poluição atmosférica (14%) tema de trabalhos sobre o efeito estufa. Na edição de 2018 os temas agrotóxico e coleta seletiva assumiram valores inferiores a 5%.

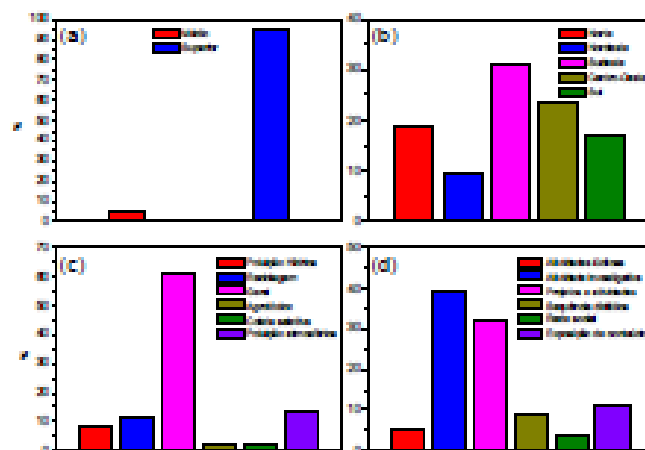


Figura 2 – Distribuição dos trabalhos do ENEQ 2018 por (a) nível de ensino, (b) região do Brasil, (c) tema gerador e (d) estratégia de abordagem.

A Figura 2d indica que também no ENEQ2018 a atividade investigativa (39%) e os projetos e atividades (32%) foram as estratégias mais empregadas na abordagem da EA. A exposição de conteúdos em sala de aula se mostrou maior (11%) comparado a edição anterior, já a sequência didática manteve um valor semelhante (9%). A estratégia baseada nas atividades lúdicas e rede social mantiveram valores abaixo de 5%.

Avaliando a pesquisa realizada nos anais do ENEQ 2020 foram encontrados trabalhos relacionados à EA nas áreas EA – Educação Ambiental, EAP – Ensino e Aprendizagem, CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade, MD – Materiais Didáticos e LC – Linguagem e Cognição. A Tabela 3 mostra que no ENEQ 2020 apenas 27 trabalhos relacionados a EA foram publicados, um número muito inferior comparado as edições anteriores. Esse fenômeno pode estar relacionado com a condição sanitária de pandemia pela Covid-19. Esse ano foi considerado o auge da doença. Dessa forma, muitas pesquisas foram interrompidas ou abandonadas, culminando no baixo número de trabalhos publicados. Entretanto, a maior representatividade continua sendo atribuído ao descritivo “ambient” (89%) contra apenas 11% do “CTS”. Os descritivos “efeito estufa”, “dióxido”, “gás carbônico” e “CO₂” não demonstraram nenhum trabalho publicado, indicando que nesse ano nada sobre a temática CO₂ foi produzido. Com isso, não podemos considerar a edição de 2020 como um parâmetro de comparação, já que a pandemia afetou consideravelmente a produção científica.



Tabela 3. Levantamento bibliográfico dos trabalhos pesquisados no ENEQ 2020.

Área temática	Classe	Descritivo					
		ambient	CTS	efeito estufa	dióxido	gás carbônico	CO ₂
EA	RS	10	0	0	0	0	0
	TC	11	0	0	0	0	0
EAP	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
CTS	RS	0	1	0	0	0	0
	TC	0	2	0	0	0	0
MD	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
LC	RS	0	0	0	0	0	0
	TC	1	0	0	0	0	0
Total		24	3	0	0	0	0

A Figura 3a mais uma vez destaca que a maioria dos trabalhos sobre EA são publicados por alunos do ensino superior (89%), reforçando a ideia de que os novos professores tem sido melhor preparados para a EA.

A Figura 3b destaca pela primeira vez que a região sudeste (32%) não apresentou a maior representatividade na publicação de trabalhos sobre EA, sendo superada pela região nordeste (36%). A região centro-oeste representa em 16%, norte e sul 8%.

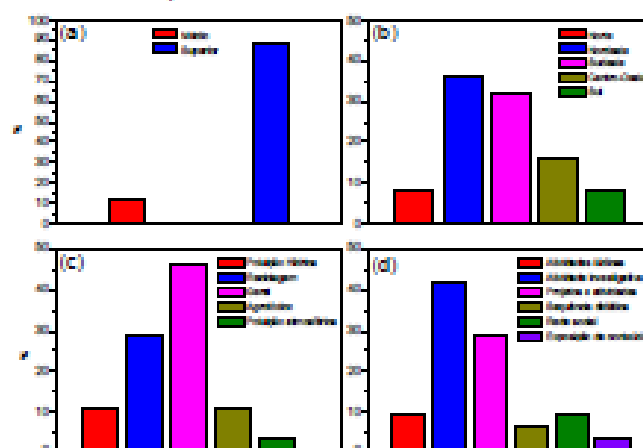


Figura 3 – Distribuição dos trabalhos do ENEQ 2020 por (a) nível de ensino, (b) região do Brasil, (c) tema gerador e (d) estratégia de abordagem.

A Figura 3c continua mostrando a hegemonia do tema gerador "Gera" com 46% da representatividade, sendo representado pelos temas combustíveis fósseis, lixo, sustentabilidade e acidente em Brumadinho. O tema reciclagem possui uma porcentagem de 29% abordando temas como produção de biodiesel a partir de óleo de fritura, reciclagem de garrafas PET e reutilização de plásticos. Poluição hídrica e agrotóxicos apresentaram a mesma representatividade (11%) e poluição atmosférica atingiu valor inferior a 3%.



A atividade investigativa continuou sendo a estratégia mais representativa (42%) no ENEQ 2020 (Figura 3d), com destaque para o questionário, pesquisa e análise de livros didáticos. Os projetos e atividades relacionados à semana de química, oficinas e atividades experimentais seguiram em segundo lugar (29%). As estratégias relacionadas a atividades lúdicas e rede social apresentaram porcentagem semelhantes (10%), sendo a primeira representada pela análise de filme e história em quadrinho. A sequência didática apresentou 6% de representatividade e a exposição de conteúdo assumiu valor menor do que 5%.

5. Considerações finais

A partir da análise dos dados, os novos professores, sobretudo os de química, estão tendo uma boa formação a respeito da EA. Com isso, é possível especular que cidadãos cada vez mais críticos serão formados para opinar, discutir e agir no que tange as ações direcionadas às questões ambientais. Entretanto, as políticas públicas necessitam serem desenvolvidas para assegurar um ambiente saudável e seguro para as presentes e futuras gerações.

Considerando o ano de 2020 uma exceção, a temática envolvendo CO_2 tem mostrado uma tendência de crescimento, onde a cada edição do ENEQ mais trabalhos vêm sendo publicados sobre efeito estufa e CO_2 . Com isso, é possível constatar que a comunidade acadêmica tem se preocupado com a formação da sociedade brasileira para as temáticas envolvendo aquecimento global e mudanças climáticas. Porém, mesmo que verifique-se a tendência de crescimento dos trabalhos com o tema CO_2 , nas últimas três edições do ENEQ apenas 13 trabalhos foram publicados dentro de um conjunto de 183 trabalhos relacionados à EA, isso representa somente 8%. À vista disso, devido ao agravamento da crise ambiental demonstrado na análise dos dados realizada, observa-se que os órgãos governamentais precisam investir mais em pesquisas relacionadas ao principal gás causador do efeito estufa.

Não obstante, as estratégias didáticas elaboradas pelos professores de EA foram o questionário e a atividade experimental, com pouca representatividade das atividades lúdicas e redes sociais, consideradas mais eficazes para a internalização de conteúdos para crianças, jovens e adultos. Em razão disso, vale a pena destacar a importância do lúdico no processo de ensino-aprendizagem, pois ele auxilia no desenvolvimento do cognitivo do aluno, o que facilita a assimilação dos conteúdos. Portanto, explorar mais as atividades lúdicas com interesse no conhecimento científico imbricado ao contexto do cotidiano de uma comunidade escolar, parece ser um desafio à docência brasileira. A formação do discente também precisa ser repensada de acordo com os conhecimentos adquiridos na academia, que por vezes, exclui certos pormenores do sistema cultural ao qual está inserido.

Agradecimentos

A professora Katia Correia Gorini (HCTE/UFRJ) pela revisão e sugestões no texto.





Financiamento

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

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN: Brasília, 1999.

BRASIL. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República. Caderno de Educação em Direitos Humanos. Educação em Direitos Humanos: Diretrizes Nacionais. Brasília: Coordenação Geral de Educação em SDH/PR, Direitos Humanos, Secretaria Nacional de Promoção e Defesa dos Direitos Humanos, 2013. Disponível em:

<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=32131-educacao-dh-diretrizesnacionaispdf&Itemid=30192>. Acesso em: 31 ago. 2022.

CHIARELLA, T.; BIVANCO-LIMA, D.; MOURA, J.C.; MARQUES, M.C.C.; MARSIGLIA, R.M.G. A pedagogia de Paulo Freire e o processo ensino-aprendizagem na educação médica. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 39, n. 3, p. 418-425, 2015.

ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18.; 2016, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Química, 2016. Disponível em: <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/busca.htm?query>. Acesso em: 04 ago. 2022.

ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 19.; 2018, Rio Branco. Anais [...]. Rio Branco: Sociedade Brasileira de Química, 2018. 2033 p. Disponível em: <https://www.eneq2018noscre.com.br/>. Acessado em: 29 ago. 2022.

ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 20.; 2020, Recife. Anais [...]. Recife: Sociedade Brasileira de Química, 2021. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/eneqpe2020/>. Acessado em: 10 set. 2022.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia – saberes necessários à prática educativa*. 36. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: www.mma.gov.br. Acesso em 28 de agosto de 2022.

REIGOTA, M. *O que é Educação Ambiental*. São Paulo: Brasiliense, 1994.

