



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA –  
CAMPUS SOUSA  
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR  
COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

JOSÉ RENATO GOMES LOPES

**ESTUDO DE CASO NO ENSINO REMOTO DE QUÍMICA: UM OLHAR SOBRE AS  
REAÇÕES DE COMBUSTÃO NUMA PERSPECTIVA DA QUÍMICA VERDE**

SOUSA (PB)

2022

**JOSÉ RENATO GOMES LOPES**

**ESTUDO DE CASO NO ENSINO REMOTO DE QUÍMICA: UM OLHAR SOBRE AS  
REAÇÕES DE COMBUSTÃO NUMA PERSPECTIVA DA QUÍMICA VERDE**

Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso  
submetida à Coordenação do Curso Superior de  
Licenciatura em Química do Instituto Federal da  
Paraíba – Campus Sousa, como requisito parcial para  
obtenção do Título de Licenciado em Química

**Orientador:** Prof. Me. Carlos Alberto da Silva Júnior

SOUSA (PB)

2022

## Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Leandro da Silva Carvalho – Bibliotecário CRB 15/875

L864e      Lopes, José Renato Gomes  
              Estudo de caso no ensino remoto de Química: um olhar sobre as  
              reações de combustão numa perspectiva da química verde / José  
              Renato Gomes Lopes, 2022.

80 p.: il.

Orientador: Prof. Me. Carlos Alberto da Silva Júnior.  
TCC (Licenciatura em Química) - IFPB, 2022.

IFPB Sousa /

CDU

ATA 19/2022 - CCSLQ/DES/DDE/DG/SS/REITORIA/IFPB

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**Título:** Estudo de Caso no Ensino Remoto de Química: um olhar sobre as reações de combustão numa perspectiva da Química Verde.

**Autor(a):** José Renato Gomes Lopes.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado em Química.

**Aprovado pela Comissão Examinadora em: 12/05/2022.**

**Me. Carlos Alberto da Silva Júnior**

IFPB – Campus Sousa / Professor Orientador

**Ma. Polyana de Brito Januário**

IFPB – Campus Sousa/ Examinadora 1

**Dr. Lech Walesa Oliveira Soares**

IFPB – Campus Sousa / Examinador 2

Documento assinado eletronicamente por:

- Carlos Alberto da Silva Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/05/2022 20:10:28.
- Lech Walesa Oliveira Soares, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/05/2022 01:22:29.
- Polyana de Brito Januario, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 18/05/2022 10:12:02.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 17/05/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 296094

Código de Autenticação: 2d236c3972



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro e especial momento, agradeço ao meu Deus e meu Senhor Jesus Cristo pela sua infinita graça, que é a única razão pela qual tenho conseguido chegar nessa etapa de finalização desse curso. Durante todo o percurso de formação acadêmica, desde o ingresso até a finalização, senti a Sua mão a me guiar e a Sua voz foi marcante em muitos períodos. Não poderia deixar de lembrar, de que o Senhor sempre esteve a me guardar e me proteger em cada caminhada de ida e vinda ao IFPB todas as noites, ainda trazendo a paz que só em há Cristo. O Senhor preparou tudo, sou eternamente grato, que minha vida seja sempre para glorificar o Seu Santo Nome em cada detalhe grande ou pequeno. Amém!

As pessoas mais importantes da minha vida merecem serem mencionadas nesses agradecimentos, minha família. O que eu sou e o que possa me tornar, agradeço aos meus pais, Edson Júlio Lopes de Paula e Suzana Gomes de Melo Lopes. Meu pai, que sempre foi meu melhor exemplo de amor e paciência. Minha mãe, que sempre lutou para me dar o melhor em todos os aspectos. Agradeço a minha irmã Ana Isabelle Gomes Lopes, que sempre esteve um passo na minha frente e também tem se esforçado para sermos cada vez melhores. Agradeço ao meu irmão Carlos Henrique Gomes Lopes, que tenho imenso amor e torço para que alcance mais altos níveis de sabedoria. Tenho imensa alegria por estar sempre com vocês. Muito obrigado!

Aos meus familiares, que se importam comigo e torcem por mim. Em especial, agradeço a minha avó Francisca Lopes, que sei do carinho e respeito que tem por mim. Lembro das vezes que pastorava eu voltar da faculdade e de todos as outras vezes que se esforçou pra me ver bem, amo a senhora, desculpa por não demonstrar. Compartilho essa vitória com vocês.

Ao meu pastor, Francisco de Assis da Silva, que sempre me aconselhou para investir na minha formação acadêmica e me ensinou lições preciosas. Muito obrigado por cada oração que fizestes por mim, isso me levantou e sustentou. Agradeço a cada irmão em Cristo da Igreja Missão Evangélica Pentecostal do Brasil (MEPB – Sousa), que me fizeram crescer.

Ao professor Ms. Carlos Alberto da Silva Júnior pela melhor orientação que eu poderia ter na pesquisa, estágio e em toda a carreira acadêmica. Foi com esse professor que tive as melhores oportunidades e sou muito grato por cada uma delas. Obrigado por ser tão inteligente, dedicado, paciente e ainda pelo temor que há ao Criador. Ainda quando não havia visto pessoalmente, mas já era uma fonte de inspiração que quero manter sempre. Torço para que continue “firme e constante, pois não será vão” e isso foi algo que chamou atenção desde os primeiros encontros. O senhor acreditou em mim, por isso a excelência desse trabalho.

As colegas do grupo “TCC | Prof. Carlos”, Nara e Andréa, pelo apoio e colaboração na pesquisa. As cooperações mútuas contribuíram grandiosamente para o nosso avanço acadêmico. Muito grato por cada publicação. O engajamento da equipe, em que sempre um fortalecia o outro foi um fator marcante. Alcemos voos altos, pois tivemos a melhor orientação.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB – *Campus Sousa*) por abrir as portas para a minha formação acadêmica. Agradeço a cada servidor, de cada setor específico, que contribuiu direto ou indiretamente para atender as necessidades educacionais. Obrigado pelo espaço que me acolheu durante a graduação e também por ainda me aceitar como estagiário.

Ao coordenador do Curso de Licenciatura em Química do IFPB – *Campus Sousa* no período 2020-2021, Prof. Dr. Higo de Lima Bezerra Cavalcanti pela solicitude nos atendimentos. Sei que foi um trabalho árduo, mas deixou marcas positivas para o curso.

A todos os professores (as) do Curso de Licenciatura em Química do IFPB – *Campus Sousa*, por cada ensinamento. Foi com vocês que aprendi assuntos e valores extraordinários para a docência que levarei por toda vida. Muito obrigado por exercerem com excelência o magistério, pela compreensão e por coisas que talvez vocês nem saibam que me ensinaram.

A professora Maria Rosilene Pereira da Silveira Santos, que foi minha professora de química no ensino médio e posteriormente me recebeu como residente do Programa de Residência Pedagógica. Muito obrigado pela oportunidade que me concedeu de ministrar a primeira aula de química no ensino médio. Sempre lembrarei de cada conselho/dica da senhora.

A todos os meus colegas do Curso de Licenciatura em Química do IFPB – *Campus Sousa*. A contribuição de todos vocês foram fundamentais nesse processo formativo, desde os momentos de simples conversas de descontração em que discutia nossas angústias e anseios e até mesmo nos auxílios para as atividades acadêmicas. Principalmente, aqueles que foram mais próximos nessa formação, gerando amizades. Sintam-se abraçados, Deus vos abençoe.

Aos alunos do Curso Técnico em Agroindústria Integrado ao Ensino Médio, no IFPB - *Campus Sousa*, por aceitarem participar dessa pesquisa para a coleta de dados desse Trabalho de Conclusão de Curso.

Muito obrigado a banca examinadora desse trabalho, tenho certeza que as colocações feitas contribuíram para um trabalho ainda mais robusto e promissor.

Agradeço a todos, que de maneira direta ou indireta contribuíram para a minha formação acadêmica. São muitas pessoas que Deus colocou para abençoar, que Ele retribua a todos com Sua infinita bondade. Muitíssimo obrigado!

[...] Com efeito, grandes coisas fez o SENHOR por nós;  
por isso estamos alegres. [...]

**(Salmos 126:3, Bíblia Sagrada – JFA)**

## RESUMO

A crescente busca por uma aprendizagem significativa no ensino médio, principalmente voltada para a disciplina de química, tem despertado o estudo de pesquisadores por métodos eficazes de ensino. Desse modo, a abordagem de estudo de caso (EC) no ensino de química por meio da temática de incêndios é uma forma contextualizada para o ensino do tópico de reações de combustão. Esse trabalho surge no contexto de inserção das metodologias ativas na educação química, buscando atender as competências estabelecidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Nesse contexto, esse trabalho objetiva aplicar o método de EC na educação química, visando contribuir para o ensinamento de química verde (QV) e o desenvolvimento sustentável. Os procedimentos metodológicos que foram adotados nessa pesquisa incluem a aplicação de um caso investigativo na turma de 1ª série do ensino médio integrado ao curso técnico de Agroindústria do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) - Campus Sousa, sendo guiado pela aplicação de uma sequência didática. Assim, classifica-se uma pesquisa participante e de campo, em que se adotou o método indutivo e teve uma análise quantitativa e qualitativa dos dados coletados. Em análise dos dados, foram obtidos resultados relativos ao conhecimento prévio dos estudantes sobre QV e desenvolvimento sustentável. Destarte, este trabalho traz consigo a inovação da busca pelo desenvolvimento sustentável por meio de uma educação de qualidade. Ainda foi observado o despertar dos alunos pela temática a ser estudada por meio de uma abordagem problematizadora. Nessa perspectiva, a importância do estudo é ressaltada, tendo em vista que, o aluno enquanto ser social é responsável por suas práticas na sociedade, devendo contribuir para o avanço científico. Desse modo, os alunos apresentaram soluções para o caso aplicado, sendo mais um instrumento de coleta de dados da pesquisa. Por fim, aplicou-se um questionário final. Assim, foi possível investigar a contribuição para o aprendizado dos conteúdos discutidos e ainda fortalecer o desenvolvimento de algumas habilidades, por exemplo, a escrita científica. Conclui-se, que o ensino de forma contextualizada, que aborde temas do cotidiano do aluno, é fundamental para a formação cidadã. Destarte, espera-se que a aplicação desse trabalho tenha contribuído de forma positiva para o avanço científico, abrindo espaços para inovação na educação química.

**Palavras-chave:** Ensino de Química. Química Verde. Desenvolvimento Sustentável. Estudo de caso. Incêndios.



## ABSTRACT

Nowadays, there is a considerable searching for active methods in basic education, especially in chemical education with interdisciplinary research for effective methods. In this context, the case study method in chemical education is an opportunity for an active learning. A case study about fire is an alternative to have a non-traditional class. This work was developed focusing on the insertion of active method in chemical education, as by the Common National Curriculum Base (in Portuguese: Base Nacional Comum Curricular - BNCC), a Brazilian normative document for education. Thus, this work aims to apply the study of case method in the teaching of chemistry, aiming to contribute to the teaching of green chemistry and the development sustainable. The method of this work includes the application of a case study with high school students from the Federal Institute of Paraíba (in Portuguese: Instituto Federal da Paraíba - IFPB) - Campus Sousa. In this research, there are quantitative and qualitative analysis of the collected data. As results, a survey with the class showed the students' prior knowledge about green chemistry and sustainable development. Students presented solutions for the case study and the final questionnaire showed that they approved the method. Furthermore, results indicated an active learning and development of some skills, as scientific writing. In conclusion, chemical education in a contextualized way was presented and this work has contributed in a positive way for scientific advancement, opening space for innovation in chemical education.

**Keywords:** teaching chemistry. green chemistry. sustainable development. case study. fires.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Triângulo de Johnstone com os níveis do conhecimento químico.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 3 – Notícias de incêndios e problemas ambientais pelo mundo.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 4 – Levantamento de dados na pesquisa.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 5 – Triângulo dos níveis do conhecimento químico na sequência didática.....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 6 – Nuvem de palavras dos alunos para Química Verde.....</b>	<b>43</b>
<b>Figura 7 – 1º Encontro: Ensinando Química Verde.....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 8 – Momentos do 1º encontro síncrono, no qual abordou-se Química Verde...</b>	<b>49</b>
<b>Figura 9 – Momentos do 2º encontro, no qual abordou ODS e problemas ambientais</b>	<b>50</b>
<b>Figura 10 – Momento síncrono do 3º encontro, no qual realizou uma aula revisão.....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 11 – Momento de prática experimental gravada.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 12 – Momento síncrono do 4º encontro com game e o caso.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 13 – Momento feedback da solução do caso no 5º encontro com os alunos.....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 14 – Revisando solução do caso de um aluno no 6º encontro.....</b>	<b>57</b>

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1 – Ações do Brasil em relação aos ODS.....</b>	<b>26</b>
<b>Gráfico 2 – Você sabe o que é Química Verde?.....</b>	<b>43</b>
<b>Gráfico 3 – Qual seu conhecimento sobre Objetivos de Desenvolvimento Sustentável?.....</b>	<b>44</b>
<b>Gráfico 4 – Respostas para o questionário <i>Likert</i>.....</b>	<b>64</b>

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Equação química de uma reação de combustão do carvão.....	28
Equação 2 – Fórmula para o cálculo do <i>ranking</i> médio das assertivas <i>likert</i> .....	36

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 – Classificação das metodologias ativas de acordo com os processos de aprendizagens colaborativas e cooperativas.....</b>	<b>22</b>
<b>Quadro 2 – Princípios da Química Verde.....</b>	<b>31</b>
<b>Quadro 3 – Atividades em ordem cronológica desenvolvidas na sequência didática..</b>	<b>37</b>
<b>Quadro 4 – Respostas dos alunos para ações contra a mudança global do clima.....</b>	<b>45</b>
<b>Quadro 5 – Perguntas e pontuações obtidas no jogo digital.....</b>	<b>55</b>
<b>Quadro 6 – Critérios e algumas soluções da turma para o caso investigativo.....</b>	<b>58</b>
<b>Quadro 7 – Citações dos alunos para fundamentos teóricos da solução do caso.....</b>	<b>59</b>
<b>Quadro 8 – Citação do conteúdo de química na solução do caso.....</b>	<b>60</b>
<b>Quadro 9 – Citação de efeito estufa na solução do caso.....</b>	<b>60</b>
<b>Quadro 10 – Citação acerca de ODS na solução do caso.....</b>	<b>61</b>
<b>Quadro 11 – Citações dos alunos para causas do incêndio na solução do caso.....</b>	<b>61</b>
<b>Quadro 12 – Consequências dos incêndios apresentadas pelos alunos na solução do caso.....</b>	<b>62</b>
<b>Quadro 13 – Citações dos alunos para estratégias de combate aos problemas dos incêndios.....</b>	<b>63</b>

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>AGNU</b>	Agência Geral das Nações Unidas
<b>BNCC</b>	Base Nacional Comum Curricular
<b>C</b>	Concordo
<b>CT</b>	Concordo Totalmente
<b>D</b>	Discordo
<b>DT</b>	Discordo Totalmente
<b>EC</b>	Estudo de Caso
<b>ENEM</b>	Exame Nacional do Ensino Médio
<b>EPI</b>	Equipamento de Proteção Individual
<b>ERE</b>	Ensino Remoto Emergencial
<b>GEE</b>	Gases de Efeito Estufa
<b>IBOPE</b>	Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística
<b>IFPB</b>	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>IYBSSD</b>	(Do inglês: <i>International Year of Basic Sciences for Sustainable Development</i> )
<b>ODS</b>	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>PBL</b>	(Do inglês: <i>Problem-Based Learning</i> )
<b>PCNEM</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
<b>QS</b>	Questionário de Sondagem
<b>QV</b>	Química Verde
<b>TAS</b>	Teoria da Aprendizagem Significativa
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>UNFCCC</b>	(Do inglês: <i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> )

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	17
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	20
2.1	OBJETIVO GERAL	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	21
3.1	METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM	21
3.1.1	<b>Estudo de Caso no Ensino de Química</b>	24
3.2	OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	25
3.2.1	<b>ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima</b>	27
3.3	INCÊNDIOS E PROBLEMAS AMBIENTAIS	28
3.4	QUÍMICA VERDE	30
<b>4</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	34
4.1	UNIVERSO DA PESQUISA	34
4.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	34
4.3	INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	35
4.4	PLANEJAMENTO E APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES	37
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	41
5.1	ENCONTROS VIRTUAIS	41
5.1.1	<b>Primeiro Encontro</b>	42
5.1.1.1	Questionário de Sondagem	42
5.1.1.2	Aula síncrona do 1º encontro	48
5.1.2	<b>Segundo Encontro</b>	49
5.1.3	<b>Terceiro Encontro</b>	51
5.1.4	<b>Quarto Encontro</b>	54
5.1.5	<b>Quinto Encontro</b>	56

<b>5.1.6</b>	<b>Sexto Encontro</b>	57
<b>5.1.7</b>	<b>Sétimo Encontro</b>	58
5.1.7.1	Solução do Caso	58
5.1.7.2	Questionário Final	64
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	67
	<b>REFERÊNCIAS</b>	69
	<b>APÊNDICE A</b>	74
	<b>APÊNDICE B</b>	75
	<b>APÊNDICE C</b>	76
	<b>APÊNDICE D</b>	78



## 1 INTRODUÇÃO

O Estudo de Caso (EC) enquanto método para o ensino de ciências naturais foi um dos recursos aplicados a esta monografia. Nesse contexto, a aplicação desse recurso torna necessário definir dois alvos a serem alcançados, um que é a busca por uma aprendizagem significativa de conceitos químicos, indo além do tradicionalismo e, outro, que é inserir a educação ambiental voltada para o ensino de química. Este capítulo desenvolve essas duas questões, contribuindo para a compreensão dos objetivos da pesquisa, da pergunta que orienta e das hipóteses de trabalho empregadas nesse estudo.

A abordagem tradicional de ensino tem sido causa de discussões no âmbito educacional quando há uma busca pela aprendizagem significativa. Diesel *et al.* (2017) relacionam o método tradicional de ensino com as metodologias ativas da aprendizagem, em que discute das barreiras existentes no tradicionalismo e ressalta a ainda comumente aplicação deste. Nas relações entre os métodos citados, Diesel *et al.* (2017) comparam o posicionamento dos estudantes e dos professores, no qual há assimetria considerável. A abordagem tradicional de ensino tem sua centralidade na figura docente e o educando passa a ser um sujeito passivo, enquanto em métodos ativos de aprendizagem esses papéis são invertidos. Nessa perspectiva, a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel (1968) e o estudo da “educação bancária” de Freire (2005) orientam para a ruptura das barreiras do tradicionalismo. Assim, é necessário levar o conhecimento científico para a dimensão sócio-histórico-cultural do aluno, sendo a temática ambiental importante nesse processo de ensino-aprendizagem significativo.

Dentro do contexto apresentado, a abordagem de EC no ensino de ciências naturais é uma alternativa pensada em colaborar com a aprendizagem significativa de conceitos científicos. Sá e Queiroz (2010, p. 12) definem essa abordagem como “a utilização de narrativa sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões importantes a despeito de determinadas questões. Tais narrativas são chamadas de casos”. Desse modo, é possível inserir o conhecimento científico no contexto em que vivem os alunos e retomar a educação ambiental no ensino de ciências naturais. Nesse sentido, o estudo do tema incêndios é de grande relevância tendo em vista a crescente onda de queimadas, principalmente em áreas de preservação ambiental nos últimos anos. De acordo com DW *Made for minds* (2021), “o Brasil encerrou 2020 com o maior número de focos de queimadas em uma década, de acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Em 2020, o país registrou 222.798 focos, contra 197.632 em 2019, um aumento de 12,7%”. Para tanto, o tópico de reações de

combustão merece contextualização com os problemas de incêndios através do caso investigativo.

Os incêndios constituem parte do estudo da química, pois esses são designados a partir de reações de combustão, que favorecem discussões no ramo da Química Verde (QV). Tais reações quando caracterizadas por incêndios, na maioria das vezes descontrolados, geram produtos como o monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) em quantidades alarmantes. O dióxido de carbono também conhecido como gás carbônico é o principal gás de efeito estufa. Segundo Junges *et al.* (2020), o efeito estufa tem recebido maiores visualizações na atualidade, mas ainda gera compreensões errôneas relativas aos processos de aquecimento. Paralelamente, Molion (2008) afirma que os problemas ambientais observados rotineiramente, inclusive os que geram mudanças no clima e aquecimento, têm suas causas nas ações antrópicas em maior parte. Destarte, o ensino de química nesse enfoque pode favorecer o desenvolvimento sustentável, pensando em estratégias de prevenção e avanço para a educação química e ambiental.

Dentro do contexto do desenvolvimento sustentável, a Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015 estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) a serem alcançados até 2030. Na aplicação desse trabalho merece destaque o 13º ODS “Ação contra a mudança global do clima”, em que na submeta 13.2.2 é sugerido estudo das “Emissões totais de gases de efeito estufa por ano” (ODS, 2022). Associa-se ao efeito estufa à mudança do clima, devido à causa do aquecimento global ser o desequilíbrio do efeito estufa pelas altas quantidades de gases emitidas nas atividades humanas. Contudo, o efeito estufa é um processo natural de aquecimento do planeta, porém sofre alterações por meio do gás liberado nas reações de combustão e em outros processos que causam impactos negativos ao ambiente e à saúde humana. Desta parte, torna-se importante discutir esses conhecimentos no ensino de química.

A educação voltada para o desenvolvimento sustentável tem ganhado visibilidade. Esse acontecimento pode ser impulsionado em decorrência de o ano de 2022 ter sido proclamado pela Agência Geral das Nações Unidas (AGNU), como o Ano Internacional das Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável (do inglês: *International Year of Basic Sciences for Sustainable Development - IYBSSD*) (IYBSSD, 2022). Desse modo, é esperado que haja maior investimento em pesquisas e ensino que contribuam para o desenvolvimento sustentável. Ademais, é importante observar os documentos oficiais que regem a educação brasileira, a exemplo da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Esta direciona os profissionais da educação básica em relação as competências e habilidades a serem desenvolvidas no ensino de ciências naturais. Nesse direcionamento, a BNCC apresenta na primeira competência geral da

educação básica, a valorização do conhecimento sociocultural, como método para a compreensão da realidade e contribuição para a sociedade (BRASIL, 2018). Assimilando esse contexto ao conceito de EC apresentado por Sá e Queiroz (2010), que define como uma narrativa de problemas vivenciados por pessoas, a abordagem de EC pode ser desenhada para atender a competência supracitada na BNCC. De modo conseguinte, Queiroz e Sacchi (2020) organizaram 15 (quinze) casos investigativos em um livro e ressaltam a importância do tratamento da educação ambiental nesse método de ensino. Ainda nesse contexto, uma revisão sistemática realizada por Bernardi e Pazinato (2022) sobre o método de EC na educação química verificou em 42 (quarenta e dois) artigos que a maioria da aplicação está voltada para o ensino superior. Assim, é necessário fortalecer o incentivo da metodologia na educação básica e favorecer condições para que futuros professores possam usufruir do método.

Este trabalho teve aplicação em uma turma da 1ª série do ensino médio integrado ao curso técnico de agroindústria do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – Campus Sousa. Dessa forma, caracteriza-se uma pesquisa de campo e participante, com aplicação do método indutivo pela particularidade do público. Nesse estudo, dados foram coletados por meio de questionário inicial com objetivo de sondar os conhecimentos prévios dos estudantes. Também se realizou uma sequência didática com foco em um caso investigativo que também forneceu dados. Por fim, aplicou-se um questionário final (QF) para avaliação do estudo. Os dados coletados foram submetidos a análise quantitativa e qualitativa gerando resultados para esta pesquisa.

A presente pesquisa é orientada pela seguinte pergunta: É possível favorecer uma aprendizagem significativa a partir de um caso investigativo para o ensino de química verde? Para tanto, o estudo estabeleceu hipóteses como, se um trabalho desses é capaz de desenvolver as habilidades cognitivas dos alunos, também se por meio do estudo há contribuição para o desenvolvimento sustentável e se por meio desse trabalho é possível despertar competências e habilidades. Assim, buscou subsídios para fundamentar o estudo, de modo que objetivos gerais e específicos foram criados e um caminho metodológico foi traçado para alcance dos objetivos. Assim, obteve-se resultados para a pesquisa, e com os quais foram possíveis fazer considerações finais do trabalho.

Em suma, essa pesquisa objetivou aplicar o método de EC no ensino de química, visando contribuir para o ensino de química verde e a sustentabilidade. A contextualização necessária para alcançar os objetivos desse trabalho foi dada por meio da temática de incêndios, em que buscou-se atingir emergentemente os objetivos dessa pesquisa para o avanço científico no campo da educação química e ambiental.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Aplicar o método de Estudo de Caso na educação química, visando contribuir para o ensino de química verde e o desenvolvimento sustentável na turma da 1ª série do ensino médio integrado ao curso técnico de Agroindústria do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Sousa.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar os conhecimentos prévios dos alunos do ensino médio quanto a QV e práticas sustentáveis no cotidiano;
- Despertar habilidades de argumentação e tomada de decisões nos alunos por meio da resolução do caso investigativo;
- Contextualizar o ensino de química com a temática de incêndios, tornando significativa a aprendizagem de conceitos científicos;
- Analisar as possibilidades ofertadas na abordagem de EC para o ensino de química;
- Ensinar conceitos e aplicações de reações químicas em uma perspectiva ambiental;
- Apresentar recursos didáticos para o ensino de química que buscam promover uma aprendizagem significativa;
- Facilitar a compreensão de reações de combustão por meio de aula experimental com materiais alternativos e gamificação lúdica;
- Avaliar a satisfação dos discentes quanto ao método aplicado nas aulas de química por meio de questionário final;
- Qualificar a eficácia do estudo realizado analisando a aprendizagem dos conteúdos científicos abordados nas aulas através de avaliação final;
- Contribuir com o avanço científico por meio de pesquisa em ensino de química e educação para o desenvolvimento sustentável.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No propósito de responder aos objetivos desta pesquisa foram buscadas informações sobre Metodologias Ativas de Aprendizagem, em que foram tratadas questões sobre Teoria da Aprendizagem Significativa, níveis do conhecimento químico, experimentação e *gamificação* no ensino de química. Também foi discutido o método EC aplicado no ensino, assim como tópicos de ODS, incêndios e problemas ambientais, e Química Verde que serviram de subsídios para análise deste trabalho.

#### 3.1 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

O método tradicional de ensino é uma das abordagens antigas implantadas no processo educacional brasileiro, em que estudos apontam a vulnerabilidade desse método e orientam para as metodologias ativas de aprendizagem. (MIZUKAMI, 1986). Para metodologias ativas, Bastos (2006, p. 13) as define como “processos interativos de conhecimento, análise, estudos, pesquisas e decisões individuais ou coletivas, com a finalidade de encontrar soluções para um problema”. Assim, é observada a assimetria entre o método tradicional de ensino e as metodologias ativas de aprendizagem, visto que no tradicionalismo os alunos são sujeitos passivos, enquanto em métodos ativos o educando tem centralidade no processo ensino-aprendizagem.

No contexto educacional atual, são observadas as dificuldades, bem como o desinteresse por parte de estudantes, principalmente em conteúdos de matemática e ciências da natureza. Segundo Blikstein (2010), os alunos perdem o interesse por alguns conteúdos, pelo fato de na escola tradicional terem seus anseios criativos reprimidos na infância, passando todo o período de aprendizagem sem desenvolver as habilidades necessárias em virtude dos métodos empregados. Nessa perspectiva, os métodos ativos de ensino buscam romper com os problemas do tradicionalismo, possibilitando meios para ir além. Desse modo, Berbel (2011, p. 27) ressalta a importância do professor nessas metodologias afirmando que “cabe ao professor, portanto, organizar-se, para obter o máximo de benefícios das Metodologias Ativas para a formação de seus alunos”. Assim, é importante um planejamento para a inserção e o uso eficaz desses métodos.

Os recursos utilizados no método tradicional de ensino já são conhecidos, que são: quadro negro, giz e livro-didático, mas nos métodos ativos de ensino é necessário muito mais do que simplesmente ouvir, podendo ser abordado diversos recursos. Nesse contexto, Lovato

et al. (2018) organizaram as diversas formas de metodologias ativas, as quais foram elencadas no Quadro 1.

**Quadro 1** - Classificação das metodologias ativas de acordo com os processos de aprendizagens colaborativas e cooperativas

<b>Classificação das metodologias ativas</b>	
<b>Aprendizagem Colaborativa</b>	Aprendizagem Baseada em Problemas ( <i>Problem-Based Learning – PBL</i> )
	Problematização
	Aprendizagem Baseada em Projetos ( <i>Project-Based Learning</i> )
	Aprendizagem Baseada em Times ( <i>Team-Based Learning</i> )
	Instrução por Pares ( <i>Peer-Instruction</i> )
	Sala de Aula Invertida ( <i>Flipped Classroom</i> )
<b>Aprendizagem Cooperativa</b>	Jigsaw
	Divisão dos Alunos em Equipes para o Sucesso ( <i>Student-Teams-Achievement Divisions – STAD</i> )
	Torneios de Jogos em Equipes ( <i>Teams-Games-Tournament – TGT</i> )

**Fonte:** Lovato et al. (2018)

Na divisão das formas de metodologias ativas foram apresentadas duas categorias de aprendizagem, a colaborativa e a cooperativa. Embora essas formas se assemelhem e busquem objetivos parecidos, não são iguais. Nesse trabalho, merece destaque a Aprendizagem Baseada em Problemas (do inglês: *Problem-Based Learning – PBL*), que inspira o método de EC empregado nessa pesquisa. Conforme Masson et al. (2012), o *PBL* tem sido o método mais utilizado para aprendizagem ativa, buscando difundir práticas inovadoras no ensino. Por outro lado, Barbosa e Moura (2013) acrescentaram que nem sempre o uso de um método garante o aluno está ativamente na aula, pois é necessário favorecer uma aprendizagem significativa. Assim, as metodologias ativas estão diretamente interligadas a aprendizagem significativa.

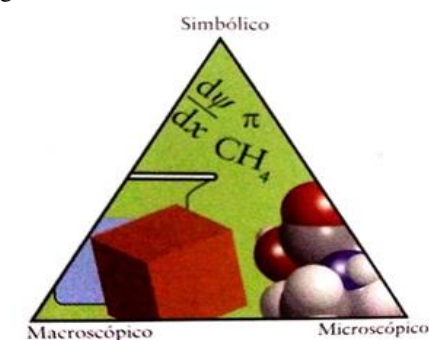
A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) teve pioneirismo com o psicólogo americano David Ausubel. Segundo Ausubel (1968), a aprendizagem significativa é um processo de assimilação substantiva e não arbitrária, tendo em vista o alvo da aprendizagem ser um público cognoscente que precisa ter o interesse despertado pelo que será ensinado. Em consonância, Valadares (2011) propõe que a TAS é também uma teoria construtivista, anteriormente já estudada por Piaget, que necessita das condições de um conteúdo potencialmente significativo e que o aprendente também desempenhe uma atitude potencialmente significativa. Desse modo, é mais importante apresentar ao educando a importância significativa dos conteúdos ensinados, mas é necessário também que esse esteja disposto psicologicamente para aprender.

Nas teorias de aprendizagem significativa, é necessária a interação entre os componentes afetivos, cognitivos e psicomotores da aprendizagem, devendo todas essas áreas

serem abordadas para que ocorra a aprendizagem significativa (NOVAK, 2002). Destarte, a TAS pode ser aplicada em qualquer meio do processo ensino-aprendizagem. Grupte *et al* (2021) apresentaram um estudo realizado em um laboratório de química orgânica, em que a TAS esteve presente e funcionando eficientemente junto ao método de ensino empregado.

Investigando o conhecimento químico para a inserção da TAS nesse aspecto, é observado que esse conhecimento pode ser dividido em diferentes níveis de representação. Johnstone (1993) dividiu o conhecimento químico em três níveis, de modo que houve a criação do Triângulo de Johnstone com os níveis do conhecimento químico, conforme apresentado na Figura 1.

**Figura 1** – Triângulo de Johnstone com os níveis do conhecimento químico



**Fonte:** Atkins; Jones; Laverman (2018)

Os níveis do conhecimento químico apresentado por Johnstone (1993) são microscópico, simbólico e macroscópico, em que todos exercem fundamental importância nas atividades de ensino. Nesse contexto, o ensino de química seguindo esses três níveis básicos do conhecimento favorece as condições para uma aprendizagem significativa. Em geral, o nível microscópico envolve a explanação de conteúdos que são observados microscopicamente e sustentados por modelos teóricos. Já o nível simbólico compreende como os alunos entendem da apresentação de fórmulas e símbolos químicos. Por fim, o nível macroscópico irá compreender o contexto no qual o aluno está inserido, de modo que ele possa enxergar em suas práticas cotidianas o que está estudando (JOHNSTONE, 2006). Assim, o nível macroscópico pode ser abordado em diversos meios, como exemplo a experimentação.

Diante do exposto, a experimentação pode ser tratada como recurso para aprendizagem significativa atendendo ao nível macroscópico do conhecimento químico (JOHNSTONE, 2006). Nessa perspectiva, Guimarães (2009) completa que “a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação.” Desse modo, Izquierdo (1999) afirma que a

experimentação pode desempenhar diversas funções, como demonstrar algum conceito ou até promover a investigação. Assim, atividades desse tipo devem ser planejadas para incrementar o processo de ensino-aprendizagem.

Analisando as atividades que buscam promover uma aprendizagem significativa, destaca-se a *gamificação* nas aulas. Acerca do lúdico no ensino de química, Cunha (2012) ressalta o benefício dessas atividades no processo de aprendizagem. Contudo, essa pesquisadora adverte a necessidade de professores preparados para aplicação desse recurso e que essas atividades tenham um aprofundamento teórico (CUNHA, 2012). Assim, o método de EC, devidamente fundamentado e aplicado, pode ser desenvolvido com a *gamificação* no ensino de química.

### 3.1.1 Estudo de Caso no Ensino de Química

Estudo de caso (EC) no ensino de ciências naturais é definido por Silva *et al* (2011) como um método que busca desenvolver o pensamento avaliativo daqueles que serão alvos para solucionar o caso. Por sua vez, Sá e Queiroz (2010, p. 12) definem-no como “a utilização de narrativa sobre dilemas vivenciados por pessoas que necessitam tomar decisões importantes a despeito de determinadas questões. Tais narrativas são chamadas de casos”. Assim, esse é o método empregado nas práticas de ensino dessa pesquisa.

Para tratamento do EC, enquanto um método de ensino, é necessário definir os processos que caracterizam e ilustram essa metodologia. O EC é introduzido a partir da observação de algum problema social, econômico ou ambiental, surgindo na perspectiva de solucionar a problemática (caso) em questão (QUEIROZ; CABRAL, 2016). É válido ressaltar que todos os colaboradores no estudo estejam inseridos no meio em que surge a problemática, tendo pleno conhecimento do caso e da temática a ser estudada.

Na busca de elaboração de um bom caso, Herreid (1998) sugere que um caso de qualidade deve seguir alguns parâmetros, que são: narrar uma história, ter uma questão interessante, não deve ser algo antigo, há uma relação empática com os personagens principais, deve haver comunicações, tem que ser relevante para o leitor, também tem que ter um valor pedagógico, há uma confrontação, ainda é generalizado e por fim deve ser curto. Desse modo, criar um bom caso exige tempo e dedicação do autor para aprimoramento do ensino de química.

Na obra intitulada “Estudo de Caso no Ensino de Ciências Naturais e Educação Ambiental”, Queiroz e Sacchi (2020) organizaram quinze casos investigativos e ressaltaram a importância do tratamento da educação ambiental nesse método de ensino. Assim, desses casos



elencados, cinco estão voltados a tratar temas que têm importância para a educação ambiental. No ensino de ciências naturais, especialmente no ensino de química, uma das temáticas que devem ser buscadas nessa metodologia deve ser o desenvolvimento sustentável.

### 3.2 OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em setembro de 2015, chefes de 193 Estados reuniram-se em Nova York, na Conferência da ONU, para discutirem sobre desenvolvimento sustentável. Nesta cúpula foi criada a Agenda 2030, um documento da ONU em que foram firmados 17 ODS e 169 metas estabelecidas para serem alcançadas até 2030 (ODS, 2022). Na perspectiva da sustentabilidade, é imprescindível a aplicação de técnicas de ensino de química sustentável como uma tentativa de materializar os 17 ODS ilustrados na Figura 2.

**Figura 2** – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Brasil (2022)

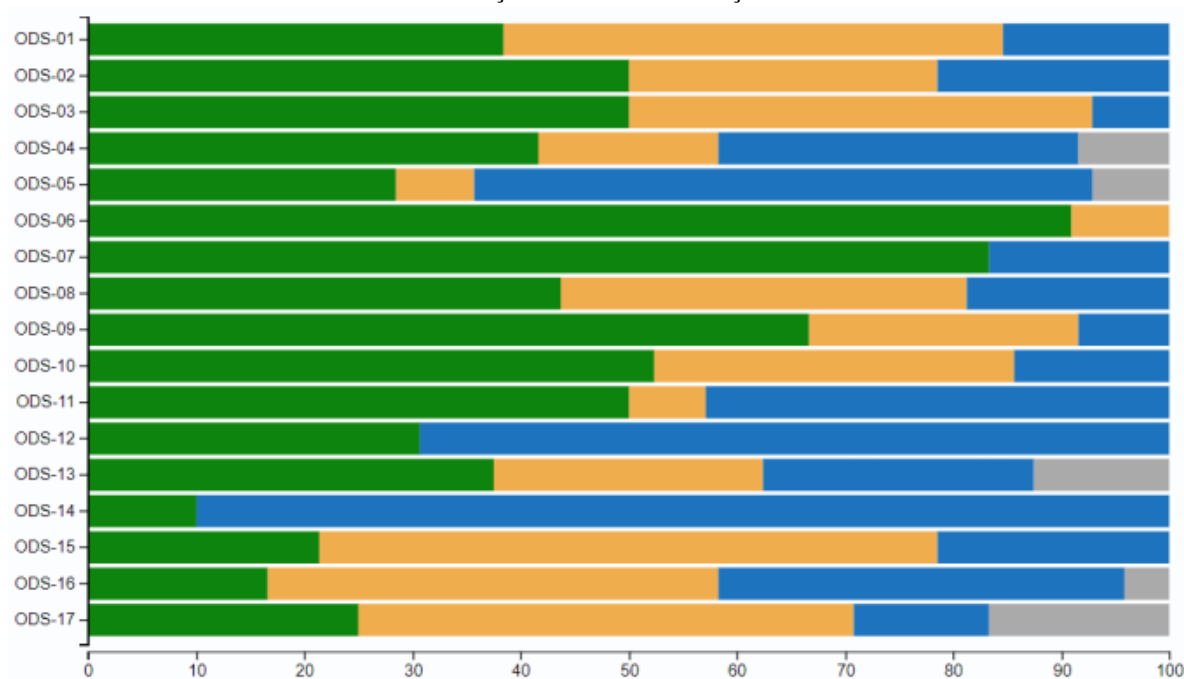
Entretanto, mesmo diante do avanço científico, ainda é necessário enfrentar desafios pertinentes a essas metas dos ODS. Segundo uma pesquisa do Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE, 2019), 49% dos brasileiros não sabem o que são os ODS, 38% das pessoas entrevistadas já ouviram falar, 10% tem algum conhecimento sobre o tema e somente 1% considera que sabe muito do assunto. Desta parte, talvez educar para a sustentabilidade seja um desafio urgente.

O ano de 2022 foi proclamado pela Agência Geral das Nações Unidas (AGNU) como o Ano Internacional das Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável (*IYBSSD*).

Tavares *et al* (2022) apresenta a importância do *IYBSSD* apontando os alcances das ciências básicas, justificando que muitos dos ODS são capazes de garantir a plenitude social, os direitos constitucionais e ainda contribuir para os avanços científicos e tecnológicos. Entretanto, muitas ações de pesquisa e ensino devem ser feitas a fim de romper as barreiras existentes nos ODS. (TAVARES *et al.*, 2022). A partir da proclamação feita para esse ano, espera-se um avanço significativo nessa área da ciência.

Os 17 ODS apresentam diferentes metas a serem alcançadas. No site dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS, 2022), é possível verificar o andamento de cada ODS com suas respectivas metas. A escala de andamento estabelecida foi classificada em quatro níveis: (i) Produzido; (ii) Em análise/construção; (iii) Sem dados; (iv) Não se aplica ao Brasil. O Gráfico 1 mostra o andamento de cada ODS no Brasil.

**Gráfico 1 – Ações do Brasil em relação os ODS**



Fonte: Brasil (2022)

Em relação ao gráfico 1, o progresso das faixas verdes indica o quanto já foi produzido em relação a cada ODS, as faixas amarelas indicam o quanto estão em construção, as faixas azuis dizem respeito ao quanto ainda estão sem dados e as faixas cinzas se referem as ações que não se aplicam ao Brasil.

Nesse *IYBSSD*, foram definidos 6 ODS que merecem maior enfoque nas atividades de ensino e pesquisa, sendo eles: 3º Saúde e Bem-estar, 6º Água potável e saneamento, 7º Energia

limpa e acessível, 13º Ação contra a mudança global do clima, 14º Proteger a vida aquática; 15º Proteger a vida terrestre. (IYBSSD, 2022). Essa pesquisa focou no 13º ODS.

### **3.2.1 ODS 13 – Ação Contra a Mudança Global do Clima**

O 13º ODS tem como objetivo principal tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos, reconhecendo que a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (do inglês: *United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*) é o fórum internacional intergovernamental primário para negociar a resposta global à mudança do clima (ODS, 2022). Nesse contexto, é válido ressaltar que as mudanças climáticas têm sido alvo de intensos debates e projeções midiáticas. Por exemplo, em 2022, no Dia da Terra, a saber 22 de abril, o *Doodle* do *Google* apresentou uma seção especial para as mudanças climáticas. Para tanto, esse ODS em questão tem cinco metas, (i) 13.1; (ii) 13.2; (iii) 13.3; (iv) 13.a; (v) 13.b, apresentadas abaixo:

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

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

**13.3** - Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima;

**13.a** - Implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos partes da *UNFCCC* para a meta de mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões por ano a partir de 2020, de todas as fontes, para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto das ações de mitigação significativas e transparência na implementação; e operacionalizar plenamente o Fundo Verde para o Clima por meio de sua capitalização o mais cedo possível;

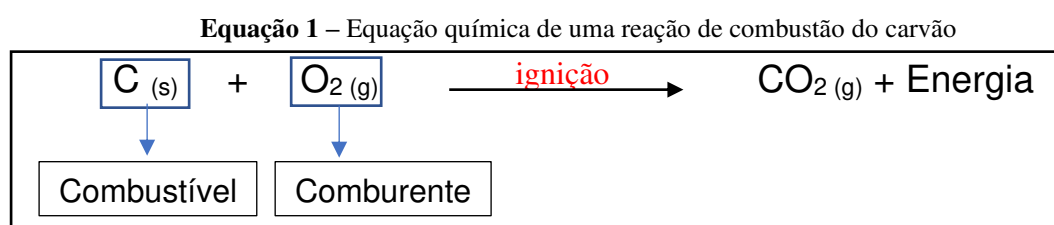
**13.b** - Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas.

Cada uma dessas metas tem suas respectivas submetas, sendo que a meta 13.1 já teve todas as ações produzidas, a meta 13.2 possui uma submeta produzida e outra submeta em construção, a meta 13.3 e 13.a está sem dados e a meta 13.b não se aplica ao Brasil (ODS, 2022).

No trato desse ODS, para essa pesquisa monográfica merece maior atenção a submeta 13.2.2, pois essa trata das emissões totais de gases de efeito estufa (GEE) por ano, sendo exatamente a problemática do efeito estufa que causa as maiores consequências na mudança do clima global. Segundo Molina (2007), as maiores causas da mudança global do clima estão associadas ao agravamento do efeito estufa causado pelas atividades humanas desordenadas, como por exemplo, o uso excessivo de veículos automotivos, em que acontece as reações de combustão e que liberam os GEE. Porém, atividades ainda mais irresponsáveis e assustadoras geram grandes prejuízos na mudança do clima global, como por exemplo, os incêndios e as queimadas vistas rotineiramente.

### 3.3 INCÊNDIOS E PROBLEMAS AMBIENTAIS

A questão de incêndios no Brasil é um tema atual e urgente. Em primeiro ponto, é importante definir o que são os incêndios e como esses acontecem. A definição mais conhecida para incêndio é uma ocorrência de fogo descontrolado (SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO, 2012). Desse modo, se há fogo, há liberação de calor e atende às características de uma reação de combustão. O processo químico que acontece em uma queima é gerado por meio de reações de combustão, conforme mostrado na Equação 1.



Fonte: Própria (2022)

As reações de combustão necessitam de três componentes para que aconteçam, que são: combustível, comburente e ignição. Esses três componentes formam o triângulo do fogo. Assim, caso falte qualquer um desses componentes, não há reação de combustão, ou seja, não acontece queima, sendo esses os métodos de conter incêndios – rompendo o triângulo do fogo (CASTRO *et al.*, 2003). As reações de combustão ainda podem ser classificadas em combustão completa e incompleta, na qual têm produtos característicos. Na combustão completa sempre há liberação de dióxido de carbono ( $CO_2$ ), enquanto na combustão incompleta há formação de monóxido de carbono ( $CO$ ), sendo que esses fatores serão determinantes pelas quantidades de reagentes. O problema das reações de combustão é encontrado exatamente nos produtos

formados, pois esses são ofensivos para o meio ambiente e a saúde humana quando gerados nas atividades humanas. Esse fato ajuda a compreender o motivo das reações de combustão serem tão discutidas no contexto dos problemas ambientais, que quando associado aos incêndios causam danos à saúde humana, como pode ser visto nas notícias apresentadas na Figura 3.

**Figura 3** – Notícias de incêndios e problemas ambientais pelo mundo



**Fonte:** Adaptado de Terra, Metsul e Olhar digital (2022)

Em geral, os maiores causadores dos problemas apresentados são os gases dióxido de carbono, que é um GEE, e o monóxido de carbono. Segundo a ONU (2022), os GEE atingiram os níveis de concentração mais altos em 2 milhões de anos e o planeta Terra está 1.1 °C mais quente. Por sua vez, Xavier (2004) observa como as informações do efeito estufa são repassadas, ressaltando que é necessário maior cuidado no ensino desse fenômeno. Ao contrário do que muitos pensam, a priori, o efeito estufa não é um problema ambiental, mas é um mecanismo natural de aquecimento do planeta. Contudo, as atividades humanas geram quantidades alarmantes de GEE, de modo que causam um desequilíbrio no efeito estufa, sendo essa a causa de problemas ambientais, como aquecimento global, derretimento das geleiras, enchentes, desertificações, entre outros. Desse modo, é interessante observar que um problema vai causando outros até gerar o caos no Planeta Terra.

Os problemas ambientais que atingem o planeta têm relevância considerável na vida dos que habitam na Terra. Segundo Molion (2008), as principais causas de mudança no clima e aquecimento do planeta estão associadas às atividades humanas. Assim, é observado que o próprio homem destrói e sofre as consequências. Faz-se necessário ter uma visão sustentável para as atividades humanas, podendo a química verde contribuir nesse processo.

### 3.4 QUÍMICA VERDE

No século XX, conforme Machado (2011), mais precisamente na década de 80, houve uma elevada expansão das indústrias químicas. Consequentemente, surgiu uma preocupação quanto ao meio ambiente, sendo exatamente neste contexto que a QV foi anunciada. Prado (2003) destaca as muitas contribuições da química para a humanidade, sendo responsável pelos processos mais simples até os mais complexos. Entretanto, ele destaca também os estigmas criados pela sociedade em relação à química, a qual na maioria das vezes é vista de forma prejudicial, devido a sua relação, em grande parte, com problemáticas ambientais ligados à indústria química (PRADO, 2003). Em geral, esse fato acontece devido às indústrias terem negligenciado os quesitos de saúde humana e de meio ambiente por muito tempo, tornando necessário na atualidade um tratamento sensível desses aspectos que promoverão um desenvolvimento sustentável.

Buscando uma definição para QV, Lenardão *et al* (2003) propõem que ela é uma estratégia em que desenha, desenvolve e implementa produtos químicos e processos objetivando reduzir ou eliminar a formação de resíduos prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Por sua vez, Machado (2011) trata essa parte da química como um processo inovador que se preocupa em resolver os problemas ambientais gerados pela indústria e defende que esses conhecimentos devem estar presentes no ensino de química.

A QV ainda se apresenta como um grande desafio para o ensino de química, pois segundo um estudo de Almeida *et al.* (2019), ainda são escassos os cursos de licenciatura em química no Brasil que oferecem a disciplina de química verde separadamente na grade curricular. É observado que a temática de meio ambiente para ser trabalhada no ensino básico não é tão recente, visto que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) já propõem o conhecimento deste conteúdo em formato de tema transversal:

“é preocupante, no entanto, a forma como os recursos naturais e culturais brasileiros vêm sendo tratados. Poucos produtores conhecem ou dão valor a esse conhecimento do ambiente em que atuam. Muitas vezes, para utilizar um recurso natural, perde-se outro de maior valor, como tem sido o caso da formação de pastos em certas áreas da Amazônia.” (BRASIL, 1998, p. 175)

É de suma importância a construção do conhecimento para o cuidado ambiental bem como para o desenvolvimento sustentável. Contudo, para que uma oportunidade surja, é necessário um fundamento sólido que constitua os saberes sobre uma química sustentável, atendendo às necessidades da sociedade.

Anastas e Warner (1998) apresentaram na obra *Química Verde: Teoria e Prática* (do inglês: *Green Chemistry: Theory and Practice*) o que foi chamado pelos autores de doze princípios da QV. Posteriormente, esses princípios foram traduzidos para o português e apresentados por Lenardão *et al* (2003), conforme mostrado no Quadro 2.

**Quadro 2 – Princípios da Química Verde**

<b>Princípios</b>	<b>Objetivos</b>
<b>1. Prevenção.</b>	É mais fácil prevenir os resíduos tóxicos do que tratá-los.
<b>2. Economia de Átomos.</b>	Toda a massa dos reagentes deve ser convertida em produtos para evitar resíduos finais.
<b>3. Síntese de Produtos Menos Perigosos.</b>	Em uma síntese de produtos, sempre gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade para o ser humano e para o meio ambiente.
<b>4. Desenvolvimento de Produtos seguros e eficientes.</b>	Este princípio está relacionado com o planejamento das reações químicas para evitar a produção de resíduos tóxicos.
<b>5. Solventes e Auxiliares mais seguros.</b>	Evitar a utilização de solventes tóxicos que resultem em impactos negativos ao meio ambiente. Em último caso, optar por solventes pouco impactantes.
<b>6. Busca pela eficiência energética.</b>	Evitar o consumo excessivo de energia, se possível utilizar energia de fonte renovável.
<b>7. Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima.</b>	Realizar reações químicas com matéria-prima renovável ou materiais recicláveis.
<b>8. Evitar a Formação de Derivados.</b>	Nas reações químicas de síntese utilizar bloqueadores que impeçam etapas.
<b>9. Catálise.</b>	Redução do tempo de uma reação química por meio de catalisadores, acelerando as reações para prevenir a formação de produtos indesejados.
<b>10. Desenvolvimento para a Degradação.</b>	Desenvolver substâncias que se decomponham formando substâncias inócuas.
<b>11. Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição.</b>	Monitorar as reações químicas para evitar a formação de produtos indesejados.
<b>12. Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes.</b>	Escolha segura de substâncias químicas com intuito de evitar acidentes químicos.

**Fonte:** Adaptado de Lenardão *et al* (2003)

Segundo Zandonai *et al* (2014, p. 75) “[...] a Química Verde, introduzida no final dos anos noventa do século passado e difundida de maneira pronunciada desde então, tem como base doze princípios, sendo um dos principais a prevenção da poluição.” A prevenção é um princípio que pode resumir todos os outros.

No que diz respeito à QV, Anastas e Warner (1998) são pioneiros nesses estudos e explicam os doze princípios como fundamentos para aplicação das técnicas sustentáveis. Conforme Lenardão *et al* (2003), o primeiro princípio tem alta eficiência quanto a diminuição dos fatores industriais no ambiente, visto que é mais econômico prevenir a formação de resíduos, do que tratá-los após a geração. Enquanto o segundo princípio está relacionado a eficiência atômica, sendo importante lembrar que não se refere ao rendimento de uma reação estequiométrica, pois na maioria das reações estequiométricas há uma perda de átomos na formação do produto final. O princípio três e quatro estão intimamente relacionados, em que o terceiro se liga à toxicidade dos reagentes, enquanto que o quarto concerne a formação de produtos seguros e terá uma dependência dos reagentes. O quinto princípio solicita a diminuição do uso de auxiliares (solventes, secantes, entre outros), isso justifica-se pelo fato de quando há os auxiliares na reação química, acontece uma considerável formação de resíduos. O sexto princípio sugere uma eficiência energética e sempre que possível as reações devem acontecer em condições de temperatura e pressão ambiente. Além disso, a utilização de matéria-prima de fontes renováveis torna-se excelente para o meio ambiente e é justamente isso que o sétimo princípio cita. De maneira análoga, quando o quinto princípio é atendido, já ocorre uma grande contribuição ao oitavo item, pois dessa forma evita a formação de derivados. O nono item é sobre preferir reações catalíticas ao invés das estequiométricas. É importantíssimo que materiais descartáveis sejam de fácil degradação, isso é o que é apresentado no décimo princípio. De maneira inovadora, o décimo primeiro princípio solicita métodos analíticos mais eficientes para prevenir a formação de resíduos. Ainda o último princípio relaciona-se a segurança na química, evitando incêndios, explosões e outros acidentes.

Em meio a ascensão da QV, foram observadas algumas lacunas nos 12 princípios definidos por Anastas e Warner. Desse modo, Machado (2012) sugeriu “os segundos doze princípios da química verde” e justifica “esta informação é relevante porque genericamente estes princípios adicionais são mais dirigidos ao processo industrial do que os de Anastas e Warner” (2012, p. 1251). Ainda segundo Machado (2012), que foi o autor do 13º ao 24º princípio da QV, estes novos itens surgiram com a intenção de apresentar inovação aos químicos acadêmicos dos laboratórios e devem seguir dois procedimentos. Primeiro deve promover aos químicos acadêmicos (engenheiros químicos e químicos industriais) o estudo sobre novas reações e rotas sintéticas, já no segundo procedimento deve-se analisar por meio das métricas da QV o quanto de verdura há naquele experimento. Merecem destaque nesses itens, o décimo terceiro princípio, que diz respeito à identificação e quantificação dos



coprodutos, dessa forma, é possível ter um maior controle sobre a formação de resíduos, quando esta geração de resíduos não puder ser evitada.

Por meio da literatura, é possível constatar a contemporaneidade dos estudos de QV, entretanto, estando em constante ascendência. Desse modo, Lenardão *et al* (2003) sugerem diversos termos que reforçam a ideia de QV, sendo “tecnologia limpa, prevenção primária, redução na fonte, química ambientalmente benigna”. Nesses termos, é evidenciado a problemática da QV, promover um desenvolvimento sustentável, isto é, promover políticas que se preocupam com o ambiente e a saúde humana sem perder a eficiência no avanço econômico e científico.

## 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta seção está reservada a tratar todos os procedimentos metodológicos adotados nesse trabalho. Em primeira parte, apresentou-se o universo da pesquisa. Logo após, discutiu-se sobre os aspectos classificatórios e o instrumento de coleta de dados. Por fim, apresentou-se o planejamento e aplicação das atividades.

### 4.1 UNIVERSO DA PESQUISA

O universo desta pesquisa, isto é, o público-alvo do estudo, compreendeu 46 alunos da 1ª série do Curso Técnico em Agroindústria Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), campus Sousa. Além desses discentes, o trabalho contou com o apoio de 1 (um) professor da disciplina de Química, que trabalhou com esta turma no IFPB.

A seleção desse universo de pesquisa é justificada pela pré-disponibilidade do mesmo e ainda tendo em vista ser a 1ª série do ensino médio, de modo que foi possível constatar os conhecimentos já adquiridos no ensino fundamental, principalmente em relação a temática ambiental. Conseqüentemente, tornando possível uma formação técnica ainda mais alicerçada no desenvolvimento sustentável.

### 4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa científica apresenta-se com objetivos amplos, que necessitam seguir diferentes métodos. Segundo Zambello *et al.* (2018), para descobrir algo não basta apenas observar o que está à frente dos olhos, este é apenas o despertar do pesquisador. É necessário investigar, dado que uma investigação profunda fornece resultados convenientes com base em método científico. Grawitz (*apud* PEREIRA *et al.*, 2018) sugere que o método científico “caracteriza-se por ajudar a compreender, no sentido mais amplo, não os resultados da investigação científica, mas o próprio processo de investigação”. Assim, essa pesquisa desenvolveu-se nesse olhar científico.

A pesquisa desenvolvida assumiu o método indutivo, visto o desenvolvimento do trabalho ser delineado na aplicação de um caso investigativo para o ensino de química. Segundo Lakatos e Marconi (2021), a indução aponta um processo mental, em que define uma verdade

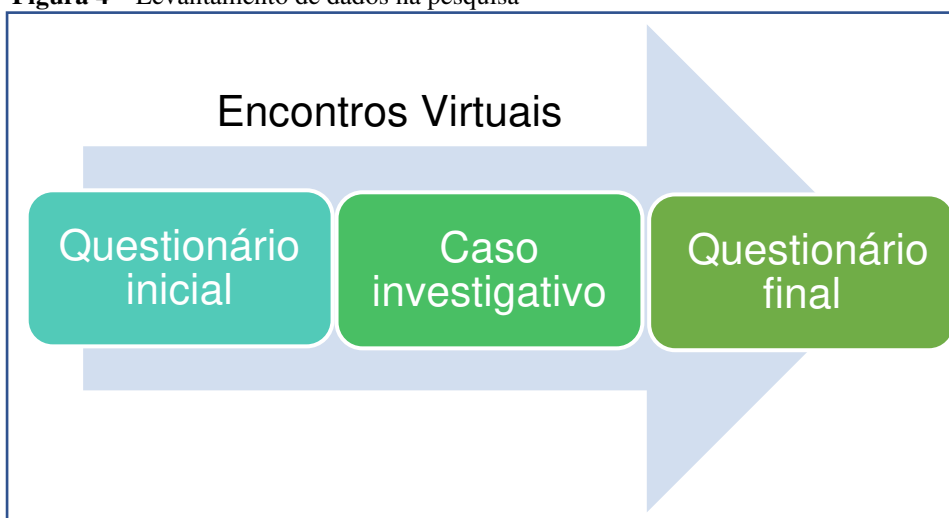
universal a partir de um estudo empírico particular, isto é, observa apenas um caso isolado. Por outro lado, Popper (1972) critica arduamente o método indutivo na pesquisa científica, deixando claro que uma conclusão surgida por meio da indução pode apresentar contestações a serem analisadas. Contudo, sem uma análise indutiva, é enigmático autenticar teorias.

O estudo realizado também se caracterizou como uma pesquisa de campo. Conforme Duarte (2002), uma pesquisa de campo envolve contato direto do pesquisador com o público que forneceu dados para compor os resultados da pesquisa. Destarte, esse trabalho atendeu aos requisitos necessários para a efetivação do estudo de campo. A pesquisa de campo teve uma análise dos dados com uma abordagem qualitativa-quantitativa. Segundo Neves (1996), a abordagem qualitativa contribui para a compreensão de fenômenos que acontecem de forma racional, enquanto quantitativa é possível numerar os dados obtidos, essas têm enfoques diferentes, mas não se opõem. O presente trabalho ainda representou uma pesquisa participante, visto que foi necessária a interação de pessoas para obter os resultados. Em face disso, Gil (2002) menciona a importância de um planejamento flexível na pesquisa participante. Assim, esse foi um fator desafiador nesse processo, pois foi necessário ter uma coleta de dados acessível para todo o universo da pesquisa.

#### 4.3 INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados nesse estudo abrangeu, em geral, 3 instrumentos, a saber dois questionários (sondagem e final) e um caso investigativo, aplicados durante os encontros virtuais, conforme ilustra a Figura 4.

**Figura 4** – Levantamento de dados na pesquisa



Fonte: Própria (2022)

As etapas de sondagem e final do projeto tiveram o mesmo instrumento de coleta de dados, isto é, a utilização de questionários. De acordo com Gil (2002), o questionário é o instrumento de coleta de dados mais rápido e barato, já que não exige treinamento de pessoal e é possível manter sigilo. Por outro lado, observando a realização desse estudo em meio ao enfrentamento da pandemia do COVID-19, houve a utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação. Desse modo, a aplicação desses questionários foi por meio do *Google Forms*, plataforma virtual gratuita. Na sondagem, o questionário inicial (**Apêndice A**) continha 10 questões que objetivou a análise dos conhecimentos prévios da temática a ser estudada pelos alunos, bem como os seus anseios e interesses. De maneira análoga, o questionário que foi aplicado no momento de conclusão (**Apêndice D**) continha 13 questões, as quais avaliaram os conhecimentos adquiridos, a eficiência do método empregado e a satisfação do público-alvo com o estudo aplicado por meio de questões da escala *likert*. Essa escala permite avaliar a opinião dos estudantes em níveis de satisfação.

O QF que seguiu a escala *likert* foi analisado quantitativamente, fazendo uma análise dentro dessa escala. Segundo Lima *et al.* (2021), a escala *likert* é uma forma numerar ações no contexto das ciências comportamentais, pois essas se baseiam em formular um conjunto de assertivas sobre um tema, em que os sujeitos responderão sobre seu grau de concordância. A escala varia entre “Discordo totalmente (DT)”, “Discordo (D)”, “Não tem opinião (NO)”, “Concordo (C)”, “Concordo totalmente (CT)”. De acordo com Goi (2014), para análise de questionários a escala recebe valores de 1 a 5, em que DT vale 1 até CT vale 5, respectivamente. Assim, as nove assertivas do QF *likert* foram analisadas dessa forma, em que se calculou o *ranking* médio de cada assertiva, que ainda segundo Lima *et al.* (2021) é calculado conforme a Equação 2.

**Equação 2** – Fórmula para o cálculo do *ranking* médio das assertivas *likert*

$$RM = [\sum(F_i . V_i)] / (NT)$$

RM = Ranking Médio  
 F<sub>i</sub> = Frequência observada (por resposta e item)  
 V<sub>i</sub> = Valor de cada resposta  
 NT = Número total de informantes

**Fonte:** Lima *et al.* (2021)

Na escala *likert*, cinco respostas diferentes podem ser apresentadas, assim a equação 4 apresenta uma fórmula para calcular o *ranking* médio de cada assertiva, isto é, de acordo com

cada participante quanto foi a média das respostas apresentada. O cálculo que foi feito representa uma média ponderada, em que multiplicou o peso (1 - 5) de cada tipo de resposta obtida pela frequência de alunos que responderam daquela forma, em seguida fez um somatório de todos os resultados obtidos para cada resposta e dividiu pela quantidade total de alunos que responderam. Esse passo foi seguido para cada assertiva.

Por fim, as soluções apresentadas para o caso também constituíram os dados da pesquisa. O caso investigativo (**Apêndice C**) aplicado nessa pesquisa conta a história de um incêndio que aconteceu em um assentamento onde vivia algumas famílias carentes, em que foi acionado o serviço dos bombeiros e logo esses contiveram as chamas, contudo as pessoas que viviam ali ficaram apreensivas, pois foi noticiado dos graves problemas que poderiam ser causados pela grande emissão de dióxido de carbono e monóxido de carbono. Os moradores daquele lugar não faziam ideia do que seriam esses compostos químicos, porém, um dos jovens que morava no assentamento ficou curioso, bem como todos os seus colegas da escola, que decidiram ajudar a descobrir as causas do incêndio, além das consequências e soluções para os problemas. Nessa perspectiva, a parte de coleta dos dados por meio da solução do caso pode ser considerada os resultados chaves, visto o método de um caso investigativo aplicado.

Buscando prezar pelo anonimato da pesquisa, em todos os momentos que foram registrados por imagens, em que são apresentadas nas figuras, todos os participantes tiveram os direitos autorais protegidos, por meio do embaçamento da identificação em todas as partes.

#### 4.4 PLANEJAMENTO E APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES

No contexto da pesquisa, todas as atividades foram planejadas previamente, de maneira que suprissem os objetivos e atingissem os resultados esperados ou ainda melhores feitos.

Posteriormente, o plano de ação foi posto em prática, de modo que fosse possível dar continuidade a pesquisa em ordem cronológica. Desse modo, as atividades desenvolvidas, isto é, o plano de ação que foi cumprido no contexto de aplicação deste estudo, a fim de atender os objetivos estabelecidos, é apresentado no Quadro 3.

**Quadro 3** – Atividades em ordem cronológica desenvolvidas na sequência didática

Encontros	Atividades
1º (12/11/2021) 3 Aulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);</li> <li>• Aplicar o Questionário de Sondagem (QS);</li> <li>• Ensinar sobre Química Verde e o Princípio 1 (Prevenção).</li> </ul>

2° (19/11/2021) 3 Aulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar sobre ODS, com foco no 13° (Aula síncrona);</li> <li>• Explicar sobre efeitos estufa e poluição atmosférica (Aula síncrona);</li> <li>• Explicar sobre reações químicas (Aula assíncrona);</li> <li>• Explicar sobre reações de combustão (Aula assíncrona).</li> </ul>
3° (26/11/2021) 3 Aulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministrara aula de revisão de reações químicas e combustão (Aula síncrona);</li> <li>• Realizar experimento de reação com glicerina e permanganato de potássio (Gravação).</li> </ul>
4° (03/12/2021) 3 Aulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar uma atividade sobre reações químicas e combustão (jogo);</li> <li>• Apresentar a avaliação a ser resolvida (caso investigativo);</li> <li>• Explicar o caso e divisão dos grupos;</li> <li>• Explicação das etapas da avaliação (Aula assíncrona).</li> </ul>
5° (10/12/2021) 3 Aulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar um momento <i>feedback</i> com os alunos em relação a solução do caso.</li> </ul>
6° (16/12/2021) 1 Aula – Núcleo de Aprendizagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministrara aula para retirada de dúvidas da solução do caso.</li> </ul>
7° (17/12/2021) 3 Aulas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar o questionário final (QF);</li> <li>• Entregar a solução do caso.</li> </ul>

**Fonte:** Própria (2022)

Elencando as ações aplicadas, segue abaixo os detalhes de acontecimentos de cada uma das atividades do quadro 3. No primeiro encontro, apresentou-se a pesquisa ao público que foi estudado. Explicou-se os objetivos e a metodologia a ser empregada, bem como o anonimato da pesquisa. Desse modo, aplicou-se o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em que todos os alunos presentes aceitaram participar da pesquisa, contribuindo para o avanço científico, sem que fosse divulgado nome e imagem dos participantes. Ainda nesse momento, aplicou-se o QS (**Apêndice A**), a fim de obter os dados de conhecimentos prévios da turma. Após essa sondagem foi ministrada uma aula introdutória sobre QV, em que foi explicado conceitos, contexto histórico e princípios, focando no 1º princípio (Prevenção). O primeiro encontro aconteceu em formato síncrono, isto é, aula online via plataforma *Google Meet* com gravação ao vivo. Todas as plataformas utilizadas foram selecionadas pela gratuidade e uso público.

No segundo encontro, após prévia análise dos dados coletados no QS, optou-se por dividir entre momentos síncronos e assíncronos. Momentos síncronos são os que acontecem ao

vivo, enquanto momentos assíncronos são aqueles que acontecem virtualmente, porém com gravações pré-disponibilizadas. Tal seleção aconteceu pela utilização de um caso investigativo no ensino de química, em que se faz necessário a busca por informações por parte dos estudantes, mesmo após a aula ao vivo. No momento síncrono, foi realizada uma aula com metodologia expositiva dialogada com os ODS e problemas ambientais, em que explicou origens, metas, causas e consequências. De maneira análoga, no momento assíncrono teve uma aula com três vídeos, em que foi revisado a aula anterior e explicado o assunto de reações químicas com foco em reação de combustão. Assim, essas aulas eram necessárias para compreender os conteúdos e solucionar o caso apresentado em outro encontro.

No terceiro encontro, aconteceu uma aula de revisão em formato síncrono sobre as reações química e combustão, as quais foram ensinadas em formato assíncrono na aula anterior. Essa aula teve o objetivo de sanar todas as dúvidas para preparação do próximo encontro. Nesse terceiro encontro ainda foi disponibilizado em formato assíncrono, um vídeo de um experimento de autoria própria, mostrando uma reação de combustão espontânea a partir do permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) e glicerina (**Apêndice B**). Foi escolhido apresentar o experimento em formato de gravação, visto ocorrer uma reação exotérmica, ou seja, que há liberação de calor, na qual poderia gerar riscos ao tentar controlar os aparatos tecnológicos e reação do experimento ao vivo.

No quarto encontro, buscou-se avaliar os conhecimentos dos alunos quanto aos conteúdos já estudados (QV, ODS e Reações de Combustão), através de um jogo digital. As regras do jogo eram que tinha um tempo de 10 minutos para responder 7 questões, em que para responder cada questão tinha que caminhar em um labirinto até a resposta correta sem deixar os “inimigos” lhe pegarem, pois eram 3 “inimigos” que percorriam o labirinto e que não podiam tocar o participante. Esses competidores tinham “7 vidas” (chances) para responder as questões caso errassem ou fossem atacados pelos inimigos. Por fim, os participantes podiam competir entre si pelo maior número de questões acertadas. Após o jogo, foi apresentado o caso (**Apêndice C**) que os alunos deveriam solucionar. Foi pedido que os alunos fizessem uma leitura coletiva, em voz audível, dividindo as partes do texto entre si. Logo após, foi explicado todo o caso e orientado para os alunos reunirem-se em grupo de até 7 alunos para a realização da avaliação (solução do caso), informando o prazo de entrega, que foi 14 dias após. Ainda no 4º encontro, em formato assíncrono, foi disponibilizado um vídeo explicando como deveria ser escrito as partes do texto com a solução do caso. Foi solicitado que fizessem um texto dissertativo-argumentativo, logo, que constituíssem introdução, desenvolvimento e conclusão, objetivando desenvolver a escrita científica.

No quinto encontro, o momento síncrono foi reservado exclusivamente para um *feedback* da escrita da solução do caso, em que os alunos poderiam apresentar como estavam o texto. Assim, era apresentado dicas e sugestões de como aperfeiçoar sem tirar a originalidade, e também se houvesse alguma dúvida quanto alguma parte do texto poderia ser revisado.

O sexto encontro foi um momento especial, no qual aconteceu de maneira síncrona 1 (um) dia anterior ao prazo de entrega da avaliação (solução do caso). Semelhantemente ao quinto encontro, esse sexto encontro foi destinado a observar de maneira mais sucinta como estavam os textos, dando as últimas dicas quanto a escrita científica. Em última orientação, ainda foi liberado aos alunos que quisessem, o *e-mail* para envio do texto, caso precisassem tirar alguma dúvida sobre o texto antes de entregar.

No sétimo e último encontro de aplicação desse trabalho, foi o dia de entregar o texto com a solução do caso, que deveria ser enviado na plataforma *Moodle*. Nesse encontro ainda aconteceu a aplicação do questionário final (**Apêndice D**) com o objetivo de avaliar o aprendizado, a eficiência do método utilizado e a satisfação dos participantes. Por fim, agradeceu-se aos participantes pela colaboração no estudo.

Finalmente, depois de todos os aparatos da aplicação, aconteceu a análise completa de todos os dados coletados. Os dados dos QS e QF foram analisados qualitativamente e quantitativamente na própria plataforma em que foi aplicado. Os textos com as soluções do caso foram avaliados também por meio de uma análise qualitativa do que fora apresentado.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção está reservada a tratar todos os resultados obtidos nesse trabalho. Foram discutidos os resultados do QS, do caso investigativo e do QF.

### 5.1 ENCONTROS VIRTUAIS

O desenvolvimento do ensino de química, isto é, a compreensão dos conceitos químicos, pode ser dividido em três níveis: macroscópico, simbólico e microscópico (JOHNSTONE, 1993). O estudo realizado é inserido dentro desse contexto, pois foram desenvolvidas atividades que atenderam a esses níveis. O caso apresentado e o experimento realizado atenderam o nível macroscópico, pois parte de uma observação cotidiana; o nível simbólico é visto na explanação do conteúdo de reações químicas, já o nível microscópico é atendido por meio da utilização do *software ChemSketch*, no qual foram projetadas reações de combustão em modelos tridimensionais e auxiliaram na compreensão do conteúdo específico de química. Desse modo, esses níveis do conhecimento químico tornaram a aprendizagem significativa nessa pesquisa, visto buscar a inserção de todos esses níveis de representação nos encontros virtuais de aplicações desse trabalho, conforme ilustra a Figura 5.

**Figura 5** – Triângulo dos níveis do conhecimento químico na sequência didática



Fonte: Própria (2022)

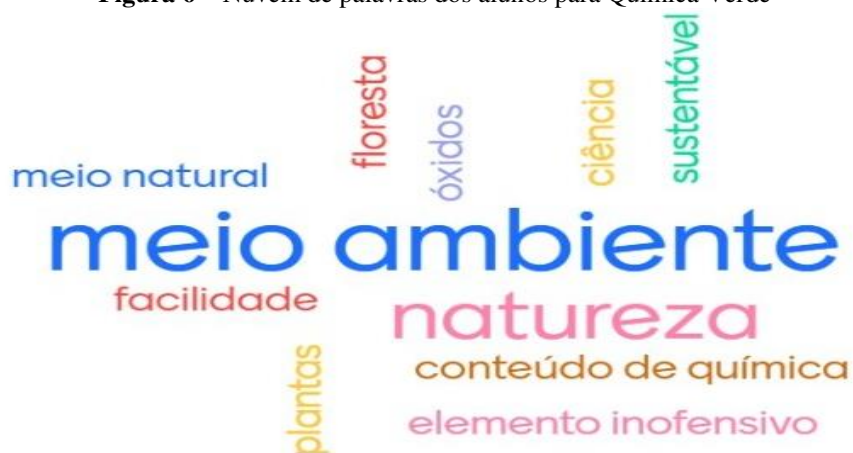
### 5.1.1 Primeiro Encontro

No primeiro encontro, em formato síncrono, ocorreu a apresentação do estudo a ser realizado, bem como a aplicação do TCLE, como procedimento padrão da pesquisa científica. Logo em seguida, foi feita a primeira coleta de dados por meio de QS (**Apêndice A**) e houve a aula sobre QV.

#### 5.1.1.1 Questionário de Sondagem

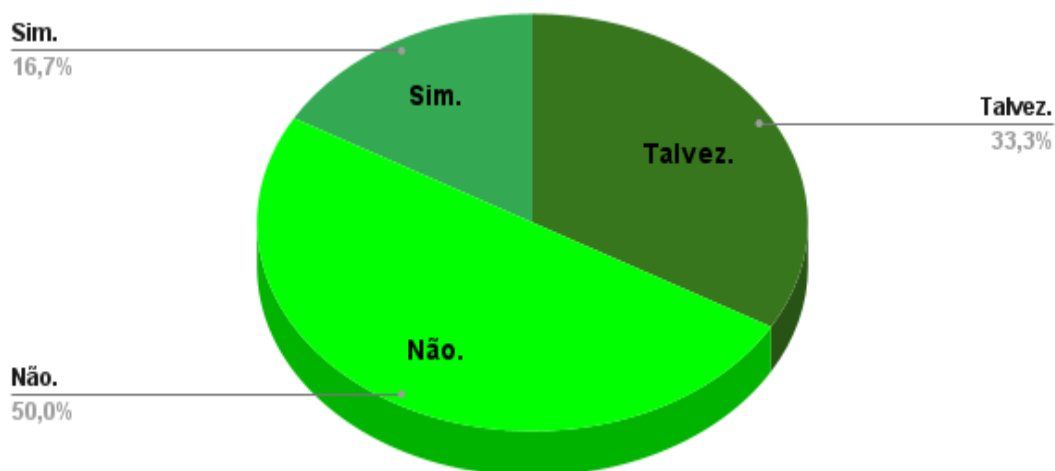
Em primeiro passo, foram coletados dados preliminares por meio do QS, no qual foi possível constatar o conhecimento prévio da turma, bem como o seu interesse em relação a temática a ser abordada. O estudo trata de uma temática ainda pouco vista e de fundamental relevância no ensino médio, a QV, que foi associada ao conteúdo de reações químicas, em especial ao tópico de reação de combustão. Todos esses conteúdos foram ensinados utilizando o método de EC como estratégia para uma aprendizagem significativa (QUEIROZ; SACCHI, 2020). Nesse contexto, Nardotto e Bernardelli (2019) afirmam que é necessário intensificar o ensino de QV, adaptando aos conceitos clássicos da química para o ensino básico. Infere-se que, além de inspeções acerca do tema, é imprescindível abordagens ativas que implementem ações eficazes para um futuro mais sustentável.

Buscando definições e analisando o campo de estudo da QV, é perceptível ser um tema multidisciplinar em ascendência nos avanços tecnológicos relacionados as ciências naturais. Para isso, Lenardão *et al.* (2003, p. 124) traduz o conceito de química verde de Paul T. Anastas como “o desenho, desenvolvimento e implementação de produtos químicos e processos para reduzir ou eliminar o uso ou geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente”. Contudo, é observado por meio da pesquisa, que um conceito bem estabelecido como esse ainda não era tão conhecido pelo público-alvo dessa pesquisa. Desse modo, é importante investigar as múltiplas perspectivas imaginadas pelos alunos para QV. A Figura 6 apresenta em nuvem de palavras a definição dada pelos alunos quando questionados sobre “o que vem à mente quando ouve a palavra química verde?”.

**Figura 6** – Nuvem de palavras dos alunos para Química Verde

Fonte: Própria (2022)

É observado a multiplicidade de ideias referentes à QV na turma em que a pesquisa fora aplicada. Desta parte, é curioso verificar o entendimento prévio dos alunos sobre QV, visto permitir desenhar os caminhos que seriam percorridos na aplicação do estudo. Por outro lado, os alunos ainda foram questionados apenas da seguinte forma: “Você sabe o que é Química Verde?”. Dessarte, as informações colhidas por meio do QS evidenciam a necessidade de aplicação desse estudo. Quando questionados diretamente sobre conhecer ou não a QV, obteve-se que metade da amostra de estudantes analisada (50%) disse ainda não saber o que é a QV, enquanto a outra metade dividiu-se entre ter conhecimento prévio (16,7%) ou talvez (33,3%) saber o que tratava, conforme mostrado no Gráfico 2.

**Gráfico 2** – Você sabe o que é Química Verde?

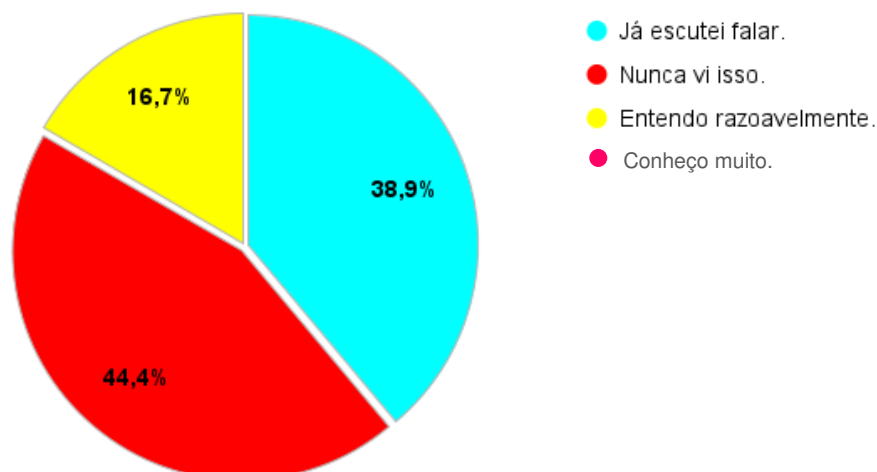
Fonte: Própria (2022)

É lícito colocar em paralelo, isto é, comparar as informações apresentados na figura 6 com os dados do gráfico 2, visto que, ambos geram uma comprovação da mensagem esperada.

Analisando individualmente as respostas fornecidas para o que pensam sobre QV (**Figura 6**) e comparando com os dados do gráfico 2, é visto que alguns dos estudantes que disseram ainda não saber o que é QV já apresentaram ideias que fazem parte do estudo da QV, como “algo relacionado a natureza”, mas não expressaram a correta relação. De modo análogo, os 33,3% que sugeriram talvez ter conhecimento do assunto, apresentaram ideias mais aproximadas, mas sem uma relação bem definida. Uma das palavras mais apresentadas sobre QV foi “meio ambiente”, que foram, na maioria das vezes, respostas dadas pelos 16,7% que afirmaram já ter um certo conhecimento do tema. Nesse contexto, a BNCC orienta que competências que envolvem o meio ambiente e saúde devem ser ensinadas durante o ensino fundamental, percorrendo também o ensino médio nas competências e habilidades de ciências da natureza (BRASIL, 2018). Assim, justifica-se a necessidade de aplicação de estudos com essa visão, em que possa suprir a carência dessas habilidades, uma vez que os alunos ainda associaram ao estudo do meio ambiente, mas nenhum relato sobre saúde humana relacionado à QV. Consequente, esses são caminhos que buscam garantir um desenvolvimento sustentável.

Os 17 ODS são recorrentes na literatura e necessários na atualidade, por isso eles são imprescindíveis na sequência didática para aplicação desse caso investigativo Para Dantas e Silva (2021, p. 3), “o desafio maior para as universidades, no momento, é desenvolver estratégias que possibilitem a internalização dos ODS”. O alcance do desenvolvimento sustentável é um desafio urgente, que apresenta objetivos delineados, mas amplos. Em face disto, foi analisado o conhecimento prévio dos alunos em relação aos ODS, interrogando-os da sua experiência com os ODS, desde conhecer muito, escutar falar e até ter pouco ou nenhuma informação, conforme mostrado no Gráfico 3.

**Gráfico 3** – Qual seu conhecimento sobre Objetivos de Desenvolvimento Sustentável?



Fonte: Própria (2022)

Em observância aos dados, é possível notar uma considerável falta de informação relativo aos ODS mesmo após 6 anos da promulgação desses. Nessa perspectiva, Ventapane e Santos (2021) realizou um estudo que ressalta a importância de uma educação para o desenvolvimento sustentável nos currículos de química, aliando a QV aos ODS. Assim, é esperado que estratégias didáticas continuem sendo propostas para uma aprendizagem significativa no contexto do desenvolvimento sustentável.

Buscando um entre os 17 ODS para ter maior enfoque durante toda essa sequência didática, em que pudesse minuciar todo o objetivo com suas respectivas metas, foi selecionado o 13º ODS. O conteúdo específico de química abordado foi reação de combustão, sendo discutido muito desse tópico, enfatizando além do que é visto tradicionalmente na explanação desse conteúdo. O 13º ODS trata de ação contra a mudança global do clima, as suas metas com respectivas submetas aprofundam ainda mais essa ideia, gerando assim uma relação adjacente com o tópico de reação de combustão – que pode ser simplesmente definida como uma queima – gerando consequências para o meio ambiente e a saúde humana. Nessa perspectiva, a QV surge como um auxílio para o alcance do desenvolvimento sustentável, podendo fortemente relacionar-se à combustão com o 13º ODS. Diante disso, foi investigado individualmente na sondagem, as ações já tomadas pelos alunos pensando no clima. As respostas que apresentaram ações reais podem ser conferidas no Quadro 4, que não são mostradas todas, pois alguns responderam somente sim ou não para a tomada de ações.

**Quadro 4** – Respostas dos alunos para ações contra a mudança global do clima

Sim, preservando a natureza; Sim, gosto de plantar; Não jogar lixo na rua, nem desperdiçar muita água; Sempre evito jogar lixo na rua, e nunca joga fora coisas como pilhas e óleo; Não jogar lixo na rua; Apenas não jogar lixo no meio ambiente; Não desperdiço alimentos, desligo a luz ao sair no ambiente.
---

**Fonte:** Própria (2022)

Através das ações já praticadas pelos alunos visto no quadro 4, é notável a necessidade de articular a química clássica com a QV, relacionando aos ODS, como meio de fortalecer e suplementar a prática cidadã na escola. Vygotsky (1991) defendia nos seus estudos de histórico sociocultural para formação educacional, que é de fundamental importância avaliar e aproveitar os conhecimentos culturais existentes no ser social. O aproveitamento dos discursos anteriormente proferidos pelos alunos torna a aprendizagem significativa e reforça a ideia de inserir o conteúdo no contexto dos alunos como quesito do método de EC.

Desde o surgimento do termo QV, é notório crescentes pesquisas em busca de sínteses sustentáveis, entretanto, há lacunas na literatura em relação a práticas de ensino que englobem a QV. Todavia, uma breve revisão realizada por Silva Júnior e Lopes (2021) quantificou o número de questões relacionadas à QV cobradas no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), sendo crescente o número de questões abordando o termo “Química Verde” no intervalo entre 2009 e 2020 em todas as edições do exame. Desse modo, tem sido um desafio inserir esses conceitos nos currículos do ensino médio. Em face disto, foi pressuposto um dos 12 princípios da QV, que permitisse a compreensão do conceito e aplicação de QV como um todo, nessa sequência didática. Assim, buscou-se analisar por meio do QS, o que os alunos já conheciam sobre a prevenção (1º princípio da QV). Nessa busca, a pergunta foi direta e aberta: “O que você sabe sobre prevenção?”, mas gerou estranheza por parte de alguns alunos, que exclamaram no momento e após citaram respostas como, “Que devemos prevenir/evitar antes que aconteça”, “Sei que a prevenção é ótima em diversas coisas”, “atitudes que podemos tomar para evitar determinados acontecimentos”. Em geral, as respostas se mantiveram nesse padrão. Em seguida, questionou-se sobre a melhor possibilidade entre prevenir e tratar resíduos, em que 84% disseram que é melhor prevenir, 11% acharam melhor tratar e desses, um participante citou a doação do que não fosse mais utilizar, e apenas 5% não sabiam. Essa discussão mereceu destaque na aplicação do estudo, pois prevenir tem sido apresentada como a melhor solução para QV.

O ensino de química traz consigo uma série de desafios, mas que abrem oportunidades para inovação. Na maioria das vezes, a química é tida como um dos componentes curriculares mais exaustivos do ensino médio. Provavelmente essa percepção esteja relacionada a falta de contextualização com o cotidiano dos estudantes e a pouca prática experimental, em geral, devido a estrutura precária das escolas. Para Gonçalves e Goi (2020), a experimentação leva o aluno a questionar os conceitos aprendidos, de maneira que não fique preso ao senso comum, mas que possa ser o protagonista do conhecimento. Trazendo a excelência para esta pesquisa, foi incluso em seu escopo a experimentação com uma prévia investigação do interesse do público-alvo por essa prática, em que houve aprovação unânime ao questionar se as aulas de química tornariam mais significativas com a inserção de experimentos. A prática experimental nesse contexto não deve ser forçada, mas uma forma de subsidiar o entendimento dos alunos para solucionar o caso investigativo.

O título do caso estudado nessa pesquisa foi originado de um ditado popular, “onde tem fumaça tem fogo”, buscando relacionar-se com os conhecimentos do senso-comum. Dessa forma, foi previamente perguntado aos alunos acerca da veracidade dessa informação pensando

cientificamente. O percentual de respostas para verdadeiro, falso ou que não sabia foram iguais, 33,3%. De modo que, os que informaram ser falsa, disseram que poderia haver outras fontes de fumaça, mas não citaram essas fontes; os que afirmaram ser verdadeira, não conseguiram sintetizar a relação científica, citando apenas que “a combustão gera fumaça” e que “mesmo que tenha um pouco de brasa ainda há fogo”, que são informações prévias.

Buscou-se ainda analisar, o conhecimento que os alunos tinham acerca de problemas ambientais gerados por incêndios, ou até mesmo se pensariam que os incêndios não causam impactos ao meio ambiente e à saúde humana. Não obstante, todos responderam assertivamente a despeito dos problemas ambientais ocasionados pelos incêndios, desde relacionados ao meio ambiente, quanto à saúde humana. Não foram apresentadas vantagens, pelo contrário, foram citados os mais diversos problemas, que referentes à saúde humana o mais repetido foram os problemas respiratórios; referentes ao meio ambiente, foram mencionados aquecimento global, desmatamento, efeito estufa e perda das biodiversidades. Os problemas só foram mencionados, sem um aprofundamento químico de como acontece determinadas agruras, necessitando bastante detalhes didáticos nas aulas posteriormente ministradas para alcance de solução do caso estudado.

Em consulta a trabalhos com procedimentos metodológicos semelhantes, em que havia a aplicação de uma sequência didática a partir de um estudo de caso, é observado que a maioria se passava em cenário presencial de escolas. Tendo em vista o exposto, esse trabalho apresenta diferencial acompanhado de novos desafios por ser aplicado em período de ensino remoto emergencial (ERE) devido à pandemia do COVID-19. Máximo (2021) analisa a dificuldade enfrentada por estudantes por trás das câmeras no contexto do ERE, bem como os desafios impostos aos professores na tentativa de romper com as barreiras do mundo virtual. Na realidade de uma pesquisa envolvendo alunos, com ausência de encontros presencial, sendo todos síncronos ou assíncronos, muitos desafios e novas possibilidades, como o uso das tecnologias da informação e comunicação (TICs) nas práticas de ensino, podem ser esperadas. Um fato que pode ser inquirido nessa pesquisa, é a respeito de plágios em determinados momentos, em virtude do fácil acesso a plataformas de pesquisa *online* rápida. Esse foi um desafio que foi tentado contornar por meio do diálogo principalmente nos questionários aplicados, em que foi explicado aos alunos o anonimato das questões, seguido pela falta de necessidade de querer mostrar algo que ainda não saiba. Outro desafio são os problemas relacionadas a falhas técnicas de provedor de rede ou equipamentos, que foram solucionados por meio da gravação de todos os encontros, com consentimento de todos, e disponibilização dos materiais utilizados em plataforma virtual.

### 5.1.1.2 Aula síncrona do 1º encontro

No tocante a aula síncrona do primeiro encontro, deu-se início aos conteúdos de QV, sendo essa a primeira aula para que os alunos começassem a compreender em que contexto o estudo estava inserido. No momento síncrono dessas aulas de QV, em primeiro passo, os alunos foram incentivados a pensarem sobre o que esse ramo da ciência estuda, por meio de imagens com noções do que é mais imaginado sobre o termo QV, conforme mostra a Figura 7.



Fonte: Própria (2022)

As imagens apresentadas fazem menção à fauna, flora, indústria e bem-estar. Assim, esse momento foi importante para o incentivo da imaginação dos alunos sobre o estudo de QV, iniciando as discussões sobre o que realmente importa para QV. Desse modo, o conteúdo de QV aliado ao método empregado foi de ampla aceitação pela turma, visto que durante a ministração dos conteúdos, alguns estudantes comentaram achar interessante o termo e esperarem a contribuição mútua dos conhecimentos. Através da continuidade da aula, foi possível constatar que a QV realmente se importa com os meios nos quais as imagens foram apresentadas na figura 7, mas uma preocupação de maneira holisticamente sustentável. Na Figura 8 é apresentado imagens ainda do momento síncrono desse 1º encontro, em que houve uma discussão ainda mais fundamentada sobre QV.



**Figura 8** – Momentos do 1º encontro síncrono, no qual abordou-se Química Verde



Fonte: Própria (2022)

Ao observar a figura 8, é apresentado o conceito de QV, assim como os precursores desse estudo em um contexto histórico, que logo após foi comentado sobre os 12 princípios da QV e sua importância para a sociedade, com uma seção especial para o 1º princípio – Prevenção. Nesse aspecto, a prevenção foi o princípio que mereceu destaque nesse estudo, pois é capaz de sintetizar todo o estudo da QV, em que diz ser melhor prevenir a formação de resíduos, do que remediá-lo após sua geração (LENARDÃO *et al.*, 2003). Essa ideia de prevenção faz total sentido também para as reações de combustão, posteriormente ensinadas. Por fim, um conceito de grande repercussão relativo à sustentabilidade é o de “Três R’s” – Reduzir, Reciclar e Reutilizar, que podem facilmente ser confundidos com o conceito de prevenção. Desta parte, uma discussão importante sobre essa diferença foi iniciada, deixando claro principalmente na incorreta associação de redução/prevenção.

### 5.1.2 Segundo Encontro

O segundo encontro foi dividido em aulas síncronas (ao vivo) e assíncronas (gravações), visando contribuir com o método de EC. As aulas assíncronas foram destinadas a discutir as reações químicas, tendo em vista essas serem responsáveis por alguns problemas ambientais. Exemplo disso é o aquecimento global gerado a partir do desequilíbrio do efeito estufa, ocasionado pela liberação de gases nas reações de combustão. Entretanto, apresentar as reações químicas como causa desses problemas foi um momento reservado às aulas assíncronas, fazendo isso parte de uma ação estratégica para acender o interesse dos estudantes pela busca dessas causas. Assim, o momento síncrono teve como objetivo focar em discussões referente aos ODS

e alguns problemas ambientais, como desequilíbrio do efeito estufa e poluição atmosférica, conforme apresentado na Figura 9.

**Figura 9** – Momentos do 2º encontro, no qual abordou ODS e problemas ambientais

The figure consists of four screenshots from a Google Meet presentation, arranged in a 2x2 grid. The top-left screenshot, titled 'Ensino de ODS', shows a grid of all 17 Sustainable Development Goals (SDGs) icons. A vertical text on the left says 'Levantar a mão' (Raise your hand). The top-right screenshot, titled 'Foco no 13º ODS', shows the details of SDG 13, 'Action on Climate Change', with sub-objectives 13.1 and 13.2, and a highlighted bullet point: '13.2.2 Emissões totais de gases de efeito estufa por ano.' The bottom-left screenshot, titled 'Explicação de poluição atmosférica', discusses air pollution problems, lists pollutants (CO, CO<sub>2</sub>, CFC, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, VOCs), and includes a pie chart showing air composition (78% nitrogen, 21% oxygen, 1% other gases). The bottom-right screenshot, titled 'Explicação de efeito estufa', explains the greenhouse effect as a natural warming of Earth, lists greenhouse gases (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>), and mentions solutions like reforestation. Yellow arrows indicate the flow from the top-left to top-right, then down to bottom-right, and finally left to bottom-left.

Fonte: Própria (2022)

A apresentação dos 17 ODS era imprescindível nesse encontro. Antes de expor os 17 ODS, foi explicado onde, como, quando e pra quê surgiram esses objetivos, isto é, o contexto no qual eles se inserem. Todos os objetivos foram apresentados e logo os estudantes foram questionados sobre o alcance dos ODS até 2030, em que houve uma interação usando a ferramenta de “levantar a mão” no *Google Meet* e a maioria opinou ser difícil o alcance desses. De maneira análoga, foi detalhado o 13º ODS, visto esse ter maior relação com as reações de combustão. Por fim, os fenômenos ambientais tratados na 2ª meta desse 13º ODS – efeito estufa – e a poluição atmosférica relacionada a mudança global do clima foram debatidos.

Através do QS, foi possível perceber que os alunos consideram o efeito estufa naturalmente um problema ambiental. Tal afirmação se mostra errônea, pois segundo Xavier (2004), muitas interpretações para efeito estufa são erradas, principalmente quando se caracteriza como um problema, visto que, na realidade é um efeito natural de aquecimento do planeta. Esse conceito correto foi explanado detalhadamente para os alunos. É essencial saber

que o efeito estufa naturalmente não gera danos, contudo as inferências antrópicas geram quantidades alarmantes dos gases dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ). Assim, esses gases liberados em grandes quantidades causam um desequilíbrio no sistema, acarretando as atrocidades ambientais. De modo semelhante, o ar atmosférico recebe gases poluentes originados das atividades humanas, que gera mais uma gama de problemas, principalmente a saúde humana. Os gases mais agressores nesses processos são exatamente o dióxido de carbono e o monóxido de carbono, gerados por meio das reações de combustão, apresentadas aos alunos ainda nesse segundo encontro nas aulas assíncronas (gravações).

Nas aulas assíncronas, foram disponibilizados três vídeos com a explanação do conteúdo de reações químicas, em especial reação de combustão. A escolha desse modelo de aulas assíncronas aconteceu com o intuito de instigar os alunos para o estudo de química, em que eles sejam formadores do conhecimento. Nesse contexto, observou-se que a temática da QV chamou atenção dos estudantes desde o primeiro encontro. Desse modo, a seleção para as aulas de ODS e problemas ambientais serem síncronas, foi dada pelo despertar dos estudantes, para que esses sentissem a necessidade prazerosa de pesquisar sobre como os problemas ambientais acontecem. Nesse aspecto, as atividades ambientais acontecem principalmente por meio das reações químicas - o assunto disposto nas aulas assíncronas - sendo esses aparatos necessários para responder soluções para o caso. Sobre a pesquisa bibliográfica, para Sá e Queiroz (2009), ela é um dos passos fundamentais na metodologia de estudo de caso, pois o estudante torna-se responsável pela formação do próprio conhecimento, para apresentar solução para o problema. Assim, fundamenta-se a importância das aulas assíncronas.

### **5.1.3 Terceiro Encontro**

O terceiro encontro preocupou-se em fazer uma aula síncrona de revisão dos conteúdos já ensinados. Tratando sobre revisões, Santos (2010, p. 167) afirma que, “a melhor forma de lidar com a curva do esquecimento e da recordação é estudar utilizando as técnicas e fazer revisões periódicas da matéria”. Assim, o 3º encontro objetivou fazer uma retomada do conteúdo de reações química, em especial o tópico de reações de combustão para maior enfoque, que havia sido apresentado anteriormente em aulas assíncronas, conforme mostrado na Figura 10.

**Figura 10** – Momento síncrono do 3º encontro, no qual realizou uma aula revisão

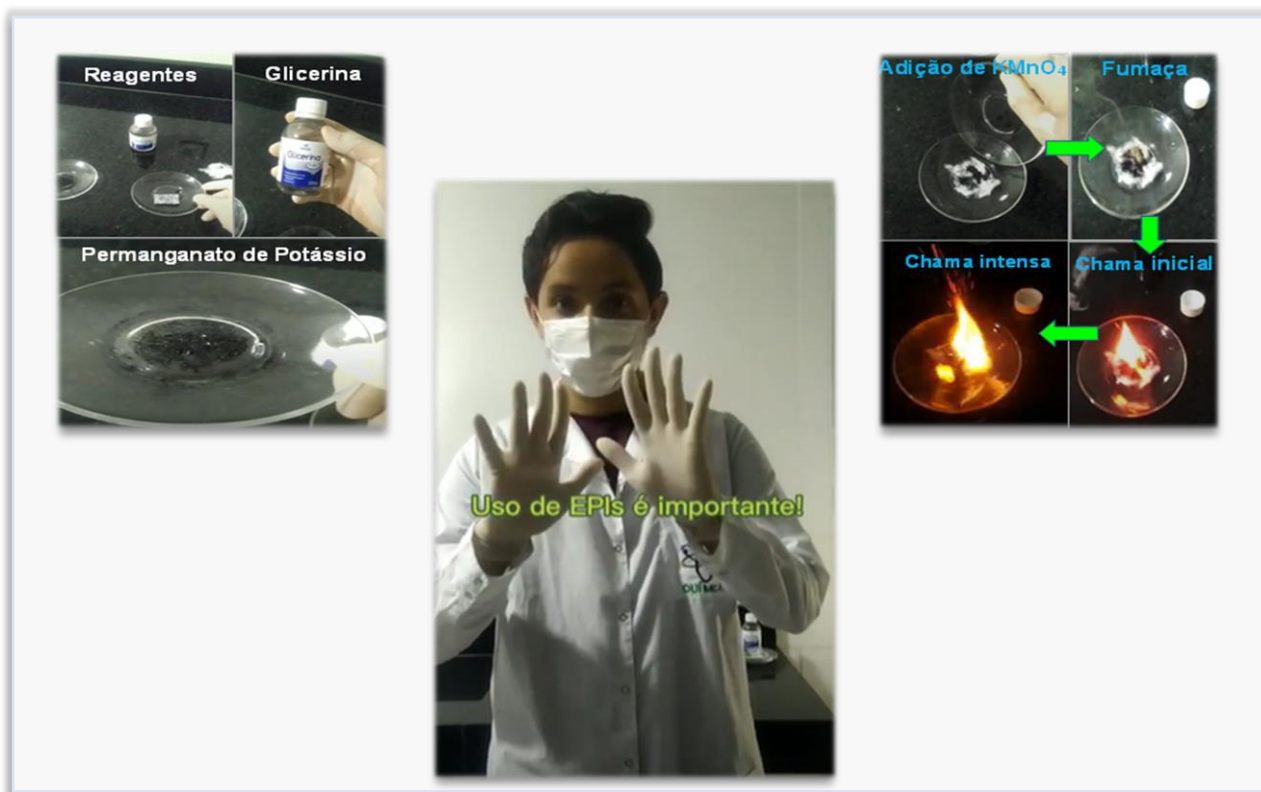


Fonte: Própria (2022)

Na aula de revisão, foi proporcionado aos alunos a oportunidade de tirar dúvidas sobre os conteúdos já estudados, para que todas as lacunas fossem preenchidas. Nessa aula de revisão, todos os alunos poderiam apresentar questionamentos sobre qualquer parte do conteúdo e/ou acrescentar ainda mais sobre os tópicos estudados. É válido destacar, que nesse momento, as reações de combustão foram tratadas detalhadamente, apresentando essas reações de forma tridimensional. Para Lima (2015), o uso de modelos no ensino de química facilita a compreensão da interação entre átomos e moléculas, para os alunos do ensino médio. Essa ideia complementa a que fora anteriormente apresentada no Triângulo de Johnstone, em que afirma que a formação do conhecimento químico deve ser assumir os três níveis básicos – macroscópico, simbólico e microscópico – a representação molecular tridimensional da reação de combustão representa o nível microscópico (JOHNSTONE, 1993). Importante lembrar que esses são simplesmente modelos que facilitam a compreensão, não pode ser afirmado que são as estruturas reais.

Esse estudo buscou ir além de simplesmente a explanação de mais um conteúdo de química, como foi pensando por alguns alunos sobre o que seria QV. As ações planejadas buscaram marcar para sempre na mente dos estudantes todos os conceitos estudados nessa sequência, isto é, oferecer uma aprendizagem significativa. Assim, no terceiro encontro apresentou-se ainda um experimento gravado (assíncrono), na qual por meio de curiosidades convidou a turma a assistirem ao vídeo da reação de combustão experimental, que oferece subsídio para os alunos solucionarem o caso, conforme mostrado na Figura 11.

Figura 11 – Momento de prática experimental gravada



Fonte: Própria (2022)

A prática experimental demonstrada auxiliou os estudantes em mais uma parte do processo de compreensão das reações químicas. Segundo Nascimento *et al.* (2016), esse mesmo experimento foi realizado em uma turma da educação de jovens e adultos, na qual despertou o interesse dos alunos deixando esses encantados e favorecendo uma aprendizagem significativa. Ademais, experimentos que envolvem reações químicas, em que acontece mudanças físicas visíveis, são atrativos para os jovens, obtendo resultados semelhantes dos autores citados.

Um dos pontos de destaque nesse experimento é ressaltar a necessidade do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), que além do mais, esse ponto pode relacionar-se com 12º Princípio da QV – química intrinsecamente segura para prevenção de acidentes (ANASTAS; WARNER, 1998). Desse modo, esse princípio da QV foi um dos importantes conteúdos discutidos na execução do experimento. O roteiro experimental pode ser conferido no **Apêndice B**. Do experimento, ainda é lícito pontuar, que todos os utensílios e reagentes utilizados tem origem de materiais alternativos, isto é, equipamentos e substâncias facilmente encontrados, inclusive na cozinha doméstica. Assim, qualquer professor poderá replicar o experimento.

### 5.1.4 Quarto Encontro

Um das abordagens desse estudo foi a *gamificação*. Segundo Rocha e Neto (2021), os jogos favorecem a aprendizagem de conteúdos químicos, por meio de uma motivação intrínseca dos estudantes. Os alunos sentem-se motivados a aprenderem pelos fatores emotivo e satisfatório causados pelos *games*. Desse modo, essa atividade lúdica envolvendo um jogo digital, juntamente com a apresentação do caso a ser solucionado pelos alunos, compuseram a aula síncrona do 4º encontro, conforme apresentado na Figura 12.

Figura 12 – Momento síncrono do 4º encontro com game e o caso

The figure consists of two screenshots from a Zoom meeting. The top screenshot shows a game interface with a maze labeled 'Labirinto' and 'Inimigos'. The maze has several boxes containing text: 'Fogo, oxigênio e combustível', 'Resposta da atividade anterior', 'Ar, terra, água', 'Ferro, sal, açúcar', and 'Combustível, oxigênio, sal'. A question is displayed at the bottom: 'Quais os fatores necessários para que ocorra uma reação de combustão?'. The bottom screenshot shows a case study titled 'Caso: Onde tem fumaça tem fogo'. The text describes a fire in a village and mentions a fire department and a student named Bentinho who questioned the fire department.

Fonte: Própria (2022)

O game mostrado na Figura 12 apresenta uma demonstração do funcionamento do jogo, isto é, como jogar. Contudo, cada aluno teve acesso individual ao jogo por meio de um *link*. A atividade lúdica foi elaborada no *site wordwall.net*, com 7 questões dos conteúdos estudados, objetivando analisar a compreensão dos estudantes em relação ao que foi estudado, ao passo que preparava os alunos para conhecer o caso. O jogo seguia um formato de labirinto, em que o jogador deveria seguir até o lugar da resposta correta, sem deixar os inimigos lhe pegarem; havia também uma pontuação para cada pergunta acertada, em que os alunos poderiam



competir, proporcionando diversão e aprendizado. Alguns alunos acharam o nível avançado, porém obtiveram razoáveis quantidades de acertos, conforme apresentado no Quadro 5.

**Quadro 5** – Perguntas e pontuações obtidas no jogo digital

Pergunta		Correto	Incorreto
1 ▶	O que compõe um equação química genérica na respectiva ordem?	18	1
2 ▶	Quais os fatores necessários para que ocorra uma reação de combustão?	17	1
3 ▶	Qual o(s) <b>produto(s)</b> de uma reação de combustão?	15	2
4 ▶	Qual o estado físico do fogo?	13	2
5 ▶	Quais desses são exemplos de uma reação de combustão?	9	3
6 ▶	Quais os gases de efeito estufa?	8	1
7 ▶	Qual a melhor opção para o alcance do <b>13º ODS</b> segundo a <b>Química Verde</b> ?	7	1

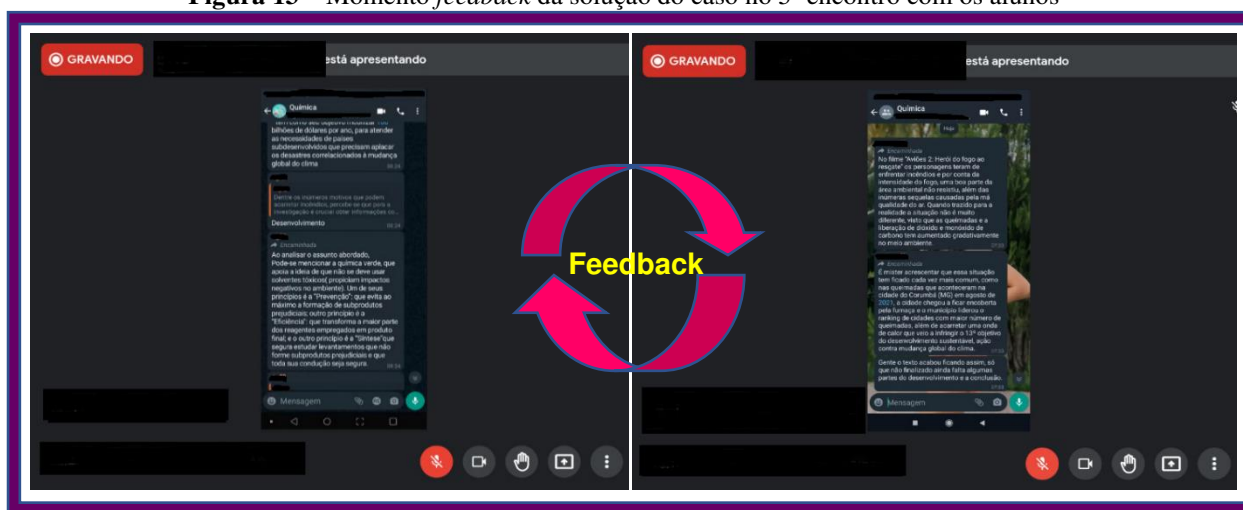
Fonte: Própria (2022)

É observado que nem todos os alunos conseguiram responder todas as questões, em virtude de o número de vidas do jogo terem acabado. Eram 7 vidas, que permita errar uma questão uma única vez, pois eram 7 questões. Esse jogo tinha o nome “Caminhe ao Caso”, pois tinha a função de preparar o aluno para conhecer o caso, que foi apresentado posteriormente. Durante a apresentação, foi solicitado que pelo menos 3 alunos se dispusessem a fazer a leitura do caso, desenvolvendo assim habilidades de leitura nos estudantes, que precisam ser melhoradas. O caso tem o título “Onde tem fumaça tem fogo” pode ser conferido na íntegra no **Apêndice C**. Após a leitura coletiva do caso, foi explicado toda história no qual ele se contextualiza e pedido aos alunos que formassem os grupos para a escrita da solução do caso. Desse modo, o trabalho em equipe se caracteriza como uma habilidade que buscou ser desenvolvida, entretanto, gerou alguns interrogatórios. Sem dúvidas, o trabalho em equipe é uma das habilidades básicas mais exigidas na sociedade: aceitar opiniões, discutir, dividir as tarefas nem sempre é uma atividade fácil. Nesse contexto, um diálogo relativo à importância do trabalho em equipe foi estabelecido, apontando as necessidades básicas dessa habilidade para a vida social. Assim, foi enviado para cada aluno, um arquivo com as instruções e o caso para leitura em formato *.pdf*, juntamente com um vídeo assíncrono com as etapas que deveriam ser seguidas para a escrita da solução do caso. Por fim, aconselhou-se que começassem as pesquisas referentes as propostas que iriam ser apresentadas para o caso, e fizessem rascunhos das informações colhidas para contribuírem no próximo encontro com o momento de *feedback*.

### 5.1.5 Quinto Encontro

A resposta final desse estudo são as soluções apresentadas para o caso, que por meio dessa é possível coletar os últimos dados dessa pesquisa. Desse modo, esse texto teria de ser minuciosamente escrito, que para isso foi reservado o 5º encontro para ser momento de *feedback* com os alunos, conforme mostrado na Figura 13.

**Figura 13** – Momento *feedback* da solução do caso no 5º encontro com os alunos



Fonte: Própria (2022)

O momento *feedback* do 5º encontro visou observar o andamento das soluções do caso dos alunos, tendo em vista o método de EC em aplicação. Relativo ao exercício da escrita nesse processo, Kunst e Scherer (2018) indicam a importância da prática da leitura e da escrita científica no ensino de química, pois sugerem que na escrita os estudantes conseguem organizar e absorver melhor os conhecimentos mais abstratos. Tendo em vista tal referência, foi disseminado a prática da escrita científica no 5º encontro, em que primeiramente aconteceu um momento de revisão acerca de como escrever cada parte do texto solicitado para a solução do caso. O gênero textual requerido foi o dissertativo-argumentativo, pois tem um caráter mais científico, sendo dividido em introdução, desenvolvimento e conclusão. Desse modo, cada uma dessas partes foi ensinada com detalhes e exemplos de como deveriam ser feitas, no vídeo disponibilizado no encontro anterior, e revisadas nesse momento de *feedback*. Logo após essa revisão, os alunos sentiram-se motivados a apresentarem como estava o texto previamente escrito, sendo esse um importante momento para o processo de ensino-aprendizagem. Dessa parte, alguns alunos apresentaram o texto que fora previamente escrito em um aplicativo de

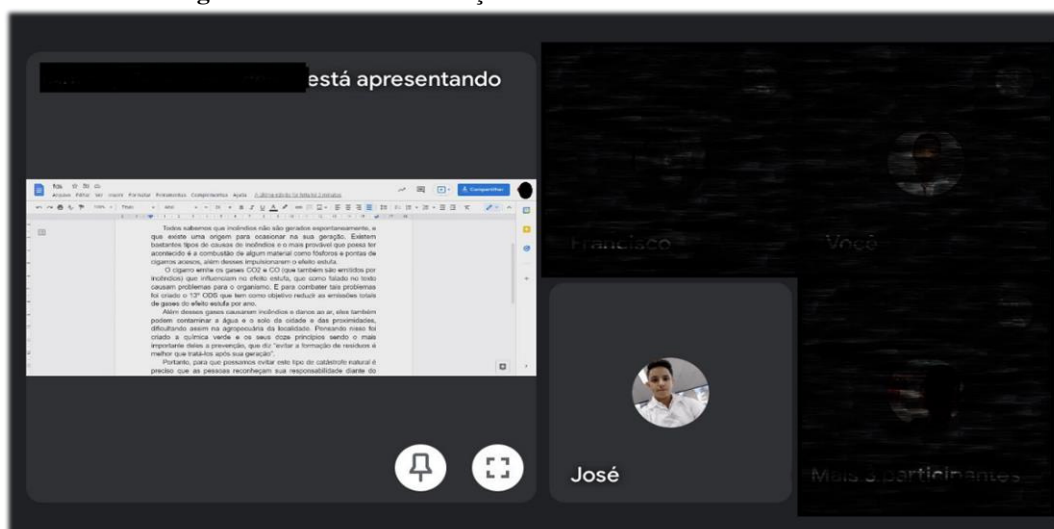


mensagens entre os membros da equipe. Esses resultados representam a confiança perpassada para os alunos, sendo um fator necessário no processo ensino-aprendizagem.

### 5.1.6 Sexto Encontro

O sexto encontro foi um momento especial, que aconteceu um dia antes da entrega dos textos dissertativos-argumentativos com a solução do caso. Esse encontro aconteceu devido a busca frequente dos alunos através de mensagens para últimos ajustes nos textos. Assim, os discentes mostraram os textos quase acabados, buscando sanar todas as dúvidas existentes e/ou acrescentar alguma ideia, conforme mostrado na Figura 14.

**Figura 14** – Revisando solução do caso de um aluno no 6º encontro



Fonte: Própria (2022)

É observado que os alunos buscaram ajuda e apresentaram a resolução do caso no texto escrito pelas equipes em editor de textos antes da entrega. Através desse detalhamento do texto, que é de grande representatividade para o processo de ensino-aprendizagem, é possível ajudar a equipe no ajuste de detalhes no texto. Nesse momento, ficaram livres para participar apenas quem tivesse dúvidas, mas momentos como esses ajudam a fortalecer o vínculo de confiança da equipe e do professor, e ainda incentiva a escrita científica (FREIRE, 2006). Nesse processo de ajuda nos últimos detalhes do texto, visando contribuir ao máximo com o aprendizado das equipes, ainda foi permitido o envio dos textos através do *e-mail*, antes da entrega final na plataforma Moodle. Todos as equipes que enviaram previamente no *e-mail* foram respondidas de modo solícito para aperfeiçoamento.

### 5.1.7 Sétimo Encontro

No último encontro, houve a aplicação do QF e os agradecimentos aos estudantes que participaram da pesquisa. Assim, alguns falaram, via chat, da imensa satisfação em participar do estudo. Nesse encontro, ainda foi também o dia de entregar os textos com a solução do caso, que foram enviados por todas as equipes na plataforma *Moodle*, para avaliação de aprendizagem dos conteúdos abordados no contexto de aplicação de um caso investigativo.

#### 5.1.7.1 Solução do Caso

Em primeiro passo, é válido citar que foi informado aos estudantes que o texto com a solução objetivava verificar o aprendizado dos conteúdos abordados. Desse modo, diversas respostas poderiam ser esperadas. A criatividade é um fator importante que deve e foi observado nesse contexto (QUEIROZ; SACCHI, 2020). Contudo, o fator criativo não deve anular a coerência das ideias apresentadas no texto.

Observando que as soluções apresentadas para o caso foram desenvolvidas em um texto dissertativo-argumentativo, esses textos incluíram introdução, desenvolvimento e conclusão. No Quadro 6 podem ser observados de forma sintetizada algumas respostas dos alunos para o caso, em que foram divididas em três critérios solicitados na solução do caso, que foram as causas do incêndio, as estratégias de combate aos incêndios e os danos causados ao meio ambiente e a saúde humana pelas reações de combustão.

**Quadro 6** – Critérios e algumas soluções da turma para o caso investigativo

<b>Critérios para solução do caso</b>	<b>Soluções dos estudantes</b>
Possíveis causas do incêndio.	Pontas de cigarros acesas; Fósforo; Misturas de produtos químicos; Eletricidade, Relâmpagos; Vasilhames com líquidos inflamáveis abertos; Atividades do agronegócio.
Estratégias de combate e prevenção aos problemas dos incêndios	Conscientização da população; Punições; Aumento do número de bombeiros; Cuidados nas atividades do campo e doméstica; Aulas de educação ambiental.
Danos causados ao meio ambiente e a saúde humana.	Aquecimento global; Derretimento de geleiras; Enchentes; Contaminação das águas e do solo; Problemas respiratórios; Irritação nos olhos; Câncer.

**Fonte:** Própria (2022)

Em geral, as soluções apresentadas para o caso apresentaram coerência com o que fora ensinado, isto é, atenderam os resultados esperados. Entretanto, merecem destaques alguns trechos citados pelas equipes nos textos, que garantem a robustez do método EC aplicado. Por

meio desse, é possível identificar as habilidades desenvolvidas nos estudantes que ainda eram subjetivas e coletar mais detalhes do processo ensino-aprendizagem.

Nos aspectos introdutórios dos textos de solução do caso, foi observado de modo geral uma apresentação do tema com base em dados colhidos a partir de notícias e até filmes. Desse modo, é ressaltado o desenvolvimento da prática de uma escrita científica segura, que segundo Wenzel e Maldaner (2014) é uma ferramenta auxiliar no processo de formação do pensamento. O Quadro 7 apresenta alguns trechos da introdução escrita pelos alunos. Em geral, observa-se que esses textos introdutórios são exemplos de uma escrita científica bem construída, em que apresenta fundamentos teóricos.

**Quadro 7** – Citações dos alunos para fundamentos teóricos da solução do caso

*“No filme “Aviões 2: Herói do fogo ao resgate” os personagens terão de enfrentar incêndios e por conta da intensidade do fogo, uma boa parte da área ambiental não resistiu, além das inúmeras sequelas causadas pela má qualidade do ar.”*

**Trechos da solução do caso**

*“Segundo o G1, o ano de 2019 foi inicialmente considerado destaque em números de incêndios durante a última década, sendo a Amazônia o foco e a preocupação da população brasileira, devido os perigos da liberação de monóxido e dióxido de carbono para o ambiente e a saúde humana através das queimadas.”*

**Trechos da solução do caso**

**Fonte:** Própria

Através do detalhamento de cenas de um filme na solução do caso, é curioso observar como os estudantes aprendem através da produção cinematográfica. Nesse contexto, Santos e Aquino (2011) apresentam a resistência em que há no método de ensino a partir do cinema na sala de aula de química, em que aponta que os professores não conseguem fazer a correta associação entre os filmes e os conteúdos do currículo. Assim, é uma atividade que pode ser repensada pelos professores e pela indústria cinematográfica, visto que é um meio também de propagação do conhecimento químico. Por outro lado, observa-se por meio da notícia apresentada, a realização da pesquisa pelos alunos e a fonte consultada para solucionar o caso. Para Tomaz *et al* (2019), a pesquisa bibliográfica é uma importante etapa da aplicação de um caso investigativo, pois desenvolve nos sujeitos a responsabilidade pela formação do próprio conhecimento.

Uma importante discussão a ser guiada na aplicação de um caso investigativo é a compreensão dos conteúdos específicos do currículo, de modo que se o método foge dessa aprendizagem ele se tornaria ineficaz. O Quadro 8 apresenta algumas citações dos alunos acerca

do conteúdo de reações de combustão ensinado, investigando se esse tópico apresentou clareza nas soluções para o caso.

**Quadro 8** – Citação do conteúdo de química na solução do caso

*“A queima de combustíveis fósseis que produzem gases de efeito estufa, e cujo resultado é aquecer ainda mais a superfície terrestre, aumentando consequentemente a temperatura, é uma prática que vem sendo considerada normal.”*

**Trechos da solução do caso**

**Fonte:** Própria (2022)

Na aplicação da sequência didática, os conteúdos necessários para solucionar o caso foram ensinados. O tópico abordado com maior enfoque foram as reações de combustão com um olhar para os problemas ambientais e relacionados à saúde humana. Desse modo, é observado que nas soluções do caso investigativo, os discentes fizeram a correta associação desses conhecimentos. Quando é mencionado sobre a “queima de combustíveis”, é possível notar que o aluno tem noção de que se trata de uma reação de combustão por meio do termo “combustíveis”, em que o combustível é um dos componentes para que aconteça uma queima. Ainda é notório que os alunos em geral entenderam acerca da problemática ambiental associada as reações de combustão, ao citar que essas “produzem gases de efeito estufa”, que por meio dessa afirmação é possível tirar duas conclusões. Primeiro, os alunos aprenderam quais os produtos formados nas reações de combustão, que é o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e o monóxido de carbono (CO). Segunda conclusão é que os alunos entenderam que o CO<sub>2</sub> é um GEE e como sua produção nas atividades humanas pode ser prejudicial. Tratando sobre efeito estufa, Lobato *et al.* (2009) revisaram como esses são tratados nos livros didáticos do ensino médio e verificaram uma visão simplista, que pode ser mais aprofundada para a completa discussão. O Quadro 9 apresenta algumas citações dos estudantes, em que é perceptível que os alunos desenvolveram esses conceitos na solução do caso.

**Quadro 9** – Citação de efeito estufa na solução do caso

*“É preciso evitar a liberação de gases poluentes na atmosfera do planeta. Por isso, a ONU criou 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, sendo o 13º a Ação Contra a Mudança Global do Clima e na 2ª meta deste é tratada a diminuição das emissões totais dos gases que agravam o efeito estufa e que são liberados em grandes quantidades por meio das reações de combustão em incêndios.”*

**Trechos da solução do caso**

**Fonte:** Própria (2022)

A associação de efeito estufa aos ODS apresentada no trecho da solução do caso pode ser um indicativo do aprendizado dos conteúdos ensinados na sequência didática. Tal fato é percebido, quando os alunos não trataram mais o efeito estufa como um problema ambiental que foi tratado no questionário de sondagem, mas os discentes detalham sobre os gases que agravam o efeito estufa, pois fora ensinado nas aulas que o efeito estufa é um processo natural de aquecimento do planeta, conforme propôs Xavier (2004). Acerca da relação feita com os ODS, demonstra mais uma correta compreensão dos alunos, que detalhou as metas e submetas do ODS 13. O Quadro 10 apresenta ainda mais uma citação dos estudantes acerca dos ODS, que investiga o aprendizado desses em relação aos tópicos ensinados.

**Quadro 10** – Citação acerca de ODS na solução do caso

*“As queimadas que aconteceram na cidade do Corumbá (MG) em agosto de 2021, a cidade chegou a ficar encoberta pela fumaça e o município liderou o ranking de cidades com maior número de queimadas, além de acarretar uma onda de calor que veio a infringir o 13º objetivo do desenvolvimento sustentável, ação contra mudança global do clima.”*

**Trechos da solução do caso**

**Fonte:** Própria (2022)

No contexto do desenvolvimento sustentável, é notório que foi produzida uma conscientização ambiental nos alunos, pois ao lerem uma notícia a respeito de alguma ação que causou impacto ambiental, como incêndio, esses puderam associar aos 13 ODS. Nesse aspecto, inserir o conteúdo no contexto dos estudantes, de modo que esses possam contribuir para o crescimento científico, social e econômico é um fato inerente da aprendizagem significativa, que se buscou nesse trabalho por meio da aplicação do caso investigativo. Assim, tratando acerca das respostas dos alunos sobre quais foram as causas do incêndio relatado no caso, apresenta-se alguns trechos das causas citadas pelos discentes no Quadro 11.

**Quadro 11** – Citações dos alunos para causas do incêndio na solução do caso | **Fonte:** Própria (2022)

*“Existem diversas formas que podem ocasionar incêndios, como por exemplo: desastres naturais, ou até algo produzido sem querer com a mistura de produtos químicos.”*

**Trechos da solução do caso**

*“Eletricidade, chama exposta, centelha ou faísca, vasilhames de líquidos inflamáveis abertos ou mal fechados. Esses e dentre muitos outros pontos podem causar incêndios.”*

**Trechos da solução do caso**

*“No Brasil evidencia-se um tipo de atividade econômica exploratória que visa o lucro imediatista objetivando o desmatamento para a pecuária, geralmente através da ocupação de áreas de reserva legal.”*

**Trechos da solução do caso**

As soluções apresentadas para a causa do incêndio relatado no caso apontaram para o pensamento investigativo dos estudantes, em foram apresentadas respostas olhando sob diversas perspectivas. Ao ter sido citado sobre o incêndio ter acontecido por “algo produzido sem querer” e ter feito menção a “mistura de produtos químicos”, é perceptível que essa equipe teve uma visão voltada para o experimento realizado, em que misturou permanganato de potássio e glicerina para ocorrer uma reação de combustão. Assim, foi desenvolvida uma experimentação investigativa, conforme Leite (2018) orienta que deve haver mais experimentação desse tipo nos livros didáticos. Por outro lado, alunos de equipe diferente citaram diversas possibilidades para o início do incêndio, como eletricidade e vasilhames de líquidos inflamáveis abertos, essas causas podem ter sido apontadas tendo em vista o local da narrativa. Por fim, ainda apontaram as causas para as atividades econômica desenvolvidas no agronegócio, que é exatamente esse o contexto no qual os alunos de agroindústria estão inseridos. A BNCC orienta para que os conhecimentos científicos no ensino médio sejam desenvolvidos dessa maneira que os alunos possam associar ao seu universo (BRASIL, 2018). Contudo, essa equipe que propôs as causas do incêndio para as atividades do agronegócio foi instruída sobre a importância desse mercado para economia brasileira, daí a importância do desenvolvimento sustentável.

No caso investigativo, ainda questionou sobre quais as consequências, isto é, os danos causados ao meio ambiente e a saúde humana pelos incêndios. O Quadro 12 apresenta citações dos discentes para as consequências dos incêndios, inclusive o incêndio narrado no caso que preocupava as famílias do local.

**Quadro 12** – Consequências dos incêndios apresentadas pelos alunos na solução do caso

*“Além desses gases causarem incêndios e danos ao ar, eles também podem contaminar a água e o solo da cidade e das proximidades, dificultando assim na agropecuária da localidade.”*

***Trechos da solução do caso***

*“Os danos dessas emissões são vários: desde o aquecimento global, o derretimento das geleiras, enchentes, desertificação, até irritação nos olhos, na garganta e no nariz, o desenvolvimento de câncer e danos ao sistema reprodutor.”*

***Trechos da solução do caso***

**Fonte:** Própria (2022)

Os danos causados pelos incêndios apontados na solução do caso têm base nas investigações dos alunos e nas aulas ministradas. Uma discussão curiosa é apresentada quando uma equipe cita como um dos danos principais ser relativo aos prejuízos na agropecuária. Enquanto que nas causas do incêndio outra equipe apontou para as atividades do agronegócio.

Desse modo, compreende-se que a equipe que citou afetar as atividades agropecuária estava referindo-se a prática da agricultura familiar, que não gera tantos danos ao meio ambiente e é tratado no ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável. Já as atividades do agronegócio realmente causam maiores danos ao meio ambiente. De outro modo, outra equipe citou além dos problemas ambientais, os problemas gerados a saúde humana pelos incêndios, que são diversos e quase todos foram ensinados nas aulas. Desse modo, os problemas relacionados à saúde humana são causados pela poluição atmosférica, em que essa é ocasionada pela emissão de monóxido de carbono das reações de combustão incompleta.

Em última parte da solução do caso, buscou discutir estratégias de combate e prevenção aos problemas ocasionados pelos incêndios, em que quase unanimemente as equipes apresentaram o 1º Princípio da QV como solução final para o caso, conforme mostra as citações dos discentes no Quadro 13.

**Quadro 13** – Citações dos alunos para estratégias de combate aos problemas dos incêndios

*“Seguindo um dos princípios básicos e fundamentais da Química Verde, é muito mais assertivo e lucrativo praticar a ação de prevenção contra incêndios do que remediar e tentar tratar o problema de outra maneira futuramente.”*

**Trechos da solução do caso**

*“Deve-se seguir os princípios da Química Verde, como o princípio da Prevenção, que diz “Evitar ao máximo, pelo estudo das rotas de produção, a formação de subprodutos nocivos.”*

**Trechos da solução do caso**

*“A educação ambiental direcionada a esse tema nas escolas é também um fator que corrobora a prevenção e diminuição de incêndios ambientais”*

**Trechos da solução do caso**

**Fonte:** Própria (2022)

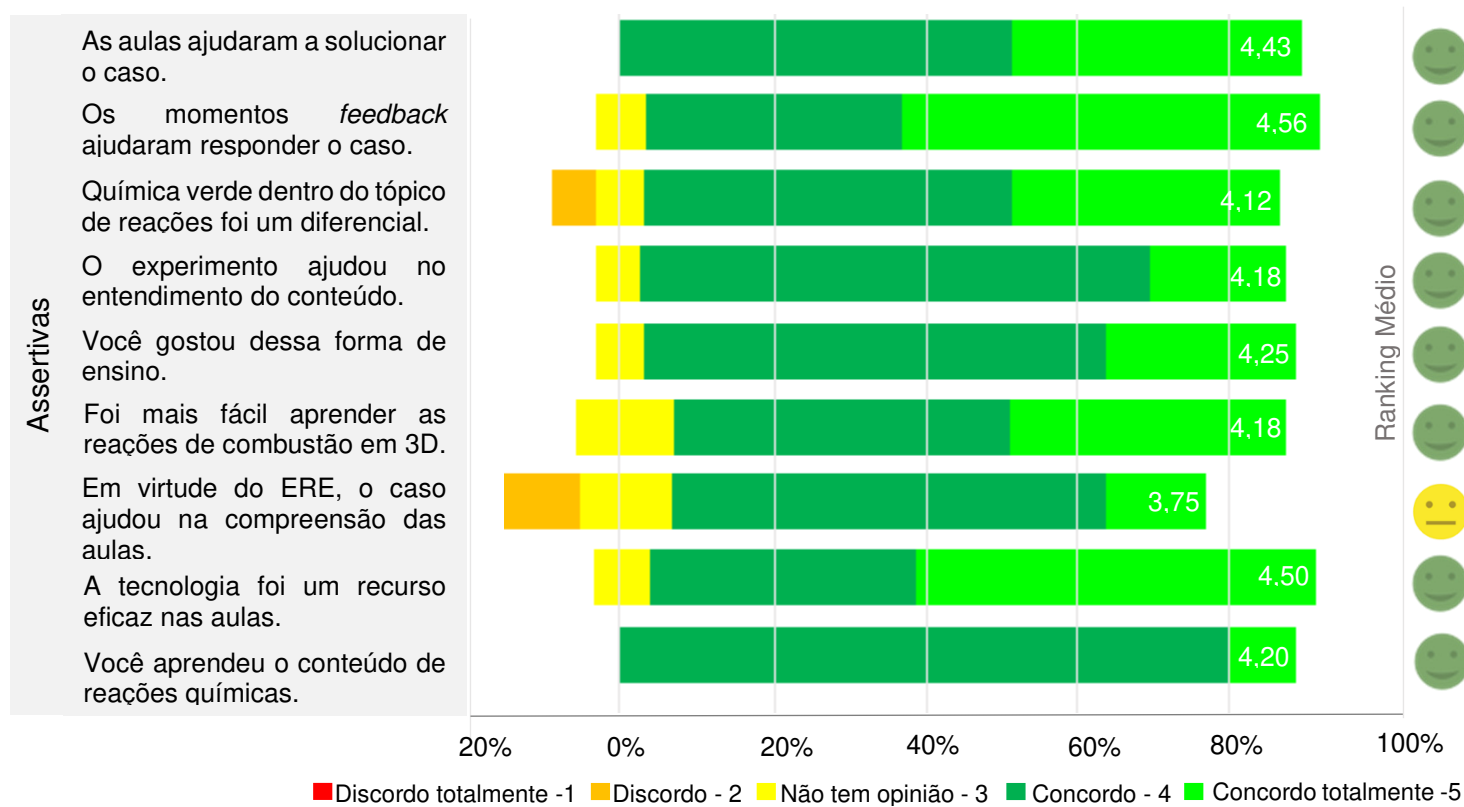
Os resultados mostrados na solução do caso para estratégias de combate aos problemas dos incêndios mostram claramente o aprendizado dos alunos acerca temática da QV. De modo geral, a prevenção – 1º Princípio da QV apresentou-se como solução em quase todos os textos, em que esses ainda explicaram como prevenir. Em um dos trechos é mostrado que uma equipe optou pela prevenção em virtude dos aspectos econômicos. Por outro lado, uma equipe citou que deve “evitar ao máximo a formação de subprodutos nocivos”, de modo que prova mais uma vez que os alunos entenderam as reações de combustão desde os produtos formados, até os riscos oferecidos por eles. Assim, concluíram que as reações de combustão devem ser evitadas como forma de prevenção. Entretanto, outras soluções ainda mais criativas foram elaboradas, como parcerias entre o governo para políticas de conscientização da sociedade, punições severas para imprudentes de incêndios e ainda foi citada a educação ambiental como um recurso

eficaz para enfrentamento dos problemas. Desse modo, prova-se o aprendizado da turma em relação aos temas abordados, em que esses mesmos afirmaram que a educação ambiental tem sido um meio de contribuir com o desenvolvimento sustentável.

### 5.1.7.2 Questionário Final

As perguntas do QF *likert* objetivaram verificar a eficiência do método, a aprendizagem dos conteúdos e a satisfação do público-alvo da pesquisa. Assim, foi calculado um *ranking* médio para cada pergunta e sintetizado no Gráfico 4.

**Gráfico 4** – Respostas para o questionário *Likert*



A escala *likert* na qual o gráfico 4 apresenta é dividida em 5 níveis de concordância, que são DT = 1, D = 2, NO = 3, C = 4 e CT = 5. Assim, os alunos poderiam responder cada assertiva com “resposta negativas” (DT e D), “resposta neutra” (NO) e “respostas positivas” (C e CT). Desse modo, o gráfico apresenta barras deslocadas para antes do 0%, que representa o percentual que responderam discordando. Há também barras deslocadas entre o 0%, que é o percentual que não tiveram opinião, e as barras após o 0% é o percentual que responderam



concordando. As barras crescem em função da quantidade de alunos que apresentaram tal resposta por cores. As cores estabelecidas fazem parte do padrão da escala *likert*. Desse modo, é observado que foi calculado um *ranking* médio para cada assertiva e quase todas as assertivas apresentaram um *ranking* médio de concordância, com exceção de uma assertiva que ficou com *ranking* médio de não ter opinião. A demonstração desse cálculo foi feita nos procedimentos metodológicos desse trabalho.

Inicialmente, questionou os estudantes se as aulas ministradas ajudaram a solucionar o caso, em que somente houve concordância. De modo, que 56,3% responderam concordo e 43,8% responderam CT. Tal fato é provado nas soluções para o caso, em que os textos comprovam o entendimento das questões abordadas. Semelhantemente, foi questionado se os momentos de *feedback* realizados no 5º e 6º encontro favoreceram a escrita do caso. Em relação aos momentos de *feedback* como ajuda para escrever a solução do caso, mais da metade dos alunos, isto é, 62,5% informaram CT, ainda 31,3% apresentaram concordar e somente 6,3% NO. Assim, é visto a necessidade que os alunos possuem de orientação na escrita científica. Ainda nesse contexto de interrogar sobre a contribuição das atividades desenvolvida para resposta do caso, indagou-se sobre o experimento favorecer o entendimento dos conteúdos, em que 68,8% afirmaram concordar, 25% decidiram CT e apenas 6,3% NO. Todas as 3 assertivas que desenvolvem a parte de contribuição das atividades da sequência didática para solucionar o caso obtiveram *ranking* médio de aproximadamente 4 (quatro), que implica dizer que os alunos concordaram acerca dessa contribuição. Assim, é justificável mais fortemente esses dados por meio dos trechos e discussões da solução do caso, no qual foi possível perceber o aprendizado do que fora ensinado nas aulas síncronas e assíncronas da sequência didática.

Em relação a análise de aplicação de um método de ensino, avaliar o grau de satisfação dos participantes é tão importante quanto verificar a aprendizagem dos conteúdos. Nessa perspectiva, propôs assertivas sobre gostar da forma de ensino e outra assertiva sobre aprender o conteúdo de reações químicas. Desse modo, as assertivas obtiveram *ranking* médio aproximados, no qual maior parte dos discentes marcaram concordar para ambas assertivas, diferenciando um pouco porque 6% dos alunos afirmaram NO para opinião acerca de gostar da forma de ensino. Nesse caso, subentende-se que sequências didáticas como essas, em que os alunos aprendem de forma prazerosa devem ser reforçadas no ensino médio.

Por fim, uma discussão importante que pode ser iniciada ainda por meio do questionário *likert* é sobre o uso de tecnologias no ensino de química. Nesse aspecto, os alunos foram questionados sobre a facilidade de aprender reações de combustão quando apresentadas de forma tridimensional, em que a maior parte apresentou concordância para tal assertiva e

somente 12% marcaram NO. Essa representação foi feita por meio de um *software*, em busca de desenvolver o nível microscópico do conhecimento químico, proposto por Johnstone (1993). No contexto do uso de tecnologias no ensino de química, também interrogou os estudantes sobre os recursos tecnológicos terem sido eficaz nas aulas, em que pouco mais da metade marcaram CT, somente 6% marcou NO e o restante decidiram por concordar. Desse modo, um fato que impulsionou o uso eficaz dos aparatos tecnológicos na aplicação dessa sequência didática foi o ERE, que trouxe desafios, mas também abriu oportunidades.

No QF, ainda foram colocadas duas questões abertas que merecem destaque no trabalho por tratar de questões da QV. O ensino de QV nesse trabalho foi colocado como um desafio para o encaminhamento do desenvolvimento. Entretanto, em uma pergunta que questionou sobre o que os alunos mais gostaram na sequência didática, surpreendentemente obteve-se que 81,3% apontaram gostar mais de conhecer a QV. Os demais optaram pelo caso, experimento, jogos, dentre outros. Na temática da química limpa, ainda interrogou os discentes sobre como esses poderão inserir a QV no seu cotidiano, em que um aluno apresentou na discussão “produtos químicos de cabelo, que sai pelos canos no meio da rua”. Tendo em vista essa preocupação de um aluno indo além do que fora ensinado na sequência didática, isso pode surgir como um novo meio de inserção da QV no ensino de química.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em observância final, a QV, em especial nos aspectos industriais e econômicos, é um tema em constante ascensão. Tal fato acontece graças a um processo globalizado que tem buscado a sustentabilidade. Contudo, é necessário um maior investimento no que diz respeito à sustentabilidade na educação, implantando atividades curriculares e promovendo a formação de professores, no que diz respeito ao ensino de química verde para um futuro sustentável.

No âmbito dessa pesquisa, em que se objetivou aplicar o método de EC no ensino de química na contribuição para o ensino de química verde e a sustentabilidade, é possível constatar o alcance com sucesso desse objetivo. Mais pesquisas voltadas para novos métodos de ensino para aprendizagem significativa de química, como exemplo que combinem EC e QV, precisam ser intensificadas.

Um grande desafio enfrentado nesta pesquisa foi o desenvolvimento das atividades num contexto de Ensino Remoto Emergencial (ERE). Através desse estudo, foi possível ainda detectar as dificuldades impostas por essa modalidade de ensino. Todavia, merece destaque as estratégias implantadas para superar desafios técnicos empregados em uma pesquisa realizada nesse meio. Ações como evitar o plágio e a falta de conexão com rede foram pensadas no planejamento dessa pesquisa e assim buscou-se solucioná-las.

A abordagem tradicional de ensino empregada no processo educacional brasileiro tem lacunas que podem ser preenchidas com outros métodos. Desse modo, ainda precisam ser reforçadas as metodologias ativas como a empregada nessa pesquisa. O método de EC apresentou-se eficiente nesse processo da educação sustentável, a qual é tema discutido em documentos nacionais como a BNCC e Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM).

Em conjunto com o método empregado, é notório que as atividades de jogo lúdico e experimentação contribuíram no processo de ensino-aprendizagem. Isso ainda pode ser visto com maior veemência, quando apresentado frases na resolução do caso que fazem menção ao que foi praticado nessas atividades. Dessa forma, é incentivado a experimentação no ensino de química, de modo que seja possível materializar o conteúdo ensinado e não somente como forma alegórica. Essas atividades desenvolvidas ainda precisam ser pensadas de modo que se relacione com a QV, isto é, que não cause impactos negativos ao ambiente e à saúde humana.

Em geral, no conhecimento científico, quando não é possível visualizar o que se está estudando, torna-se de difícil compreensão os conteúdos apresentados. Em ruptura com esse paradigma de que a química é difícil, o método de estudo de caso, apoiado pela experimentação

química, mostra-se eficiente, tendo em vista que é possível que o aluno reflita sobre esse conhecimento de forma crítica.

Tratando acerca das limitações desse estudo, é importante destacar a delimitação que é apresentada na pesquisa participante. Em virtude de um estudo no qual o envolvimento de pessoas é necessário no processo de coleta de dados, nem sempre a participação de todos os estudantes é possível em todos os momentos. Desse modo, nessa pesquisa os números de participantes que responderam os questionários e a solução do caso, não são iguais a amostra total. Esse fator é ainda mais representativo no contexto do ERE, em que há problemas de conexão de rede móvel. As medidas para solucionar essa limitação ainda são restritas, visto que a ação de gravar os encontros na tentativa de enfrentar esse desafio, não solucionou a questão de coletar os dados de todos os participantes da amostra total.

Um ponto que merece ser ressaltado, é que por mais que o trabalho englobou diversos conhecimentos que vão desde a educação ambiental e até a escrita científica, ele não ofuscou os conhecimentos químicos. O estudo da química esteve presente na aplicação da pesquisa desde o início, mostrando que toda a problemática ambiental envolvida em busca de um desenvolvimento sustentável só tornou mais rico e significativo o estudo de química.

Através desse estudo, é possível verificar a capacidade de formação cidadã do aluno por meio do ensino de química. Tal fato é notório nas habilidades desenvolvidas pelos estudantes. Capacidade de tomada de decisões, trabalho em equipe, desenvolvimento da argumentação são habilidades requeridas na sociedade. Assim, a escola precisa oferecer meios para que tais habilidades sejam melhor desenvolvidas.

Por fim, o trabalho ganha créditos por gerar uma consciência ambiental nos participantes. A segurança desse trabalho se tornaria comprometida se não causasse impactos significativos gerando uma mudança de comportamento nas ações humanas. Tendo em vista que os alunos mencionam a mudança de visão em relação ao meio ambiente, é lícito fortalecer estudo com essa temática em todas as séries do ensino médio. A QV é abrangente e espera-se que outros métodos de aplicação dos seus 12 princípios sejam desenvolvidos no ensino de química.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Q. A. R. de *et al.* Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química do Brasil: mapeamento e importância na prática docente. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 15, n. 34, p. 178–187, 2019.
- ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry: theory and practice**. 1. ed. New York: Oxford University Press, 1998.
- ATKIN, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. trad. Felix Nonnenmacher. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.
- AUSUBEL, D. **Educational Psychology: a cognitive view**. 1. ed. New York: Holt, Rinehart & Winston, 1968.
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, v. 39, n. 2, p. 48–67, 2013.
- BASTOS, C. da C. **Metodologias Ativas**. 24 fev. 2006. **Educação & Medicina**. Disponível em: <http://educacaoemedicina.blogspot.com/2006/02/metodologias-ativas.html>. Acesso em: 1 maio 2022.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25, 2011.
- BERNARDI, F. M.; PAZINATO, M. S. The Case Study Method in Chemistry Teaching: A Systematic Review. **Journal of Chemical Education**, v. 99, n. 3, p. 1211–1219, 2022.
- BLIKSTEIN, P. O mito do mau aluno e porque o Brasil pode ser o líder mundial de uma revolução educacional. 25 jul. 2010. Disponível em: [http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/BliksteinBrasil\\_pode\\_ser\\_lider\\_mundial\\_e\\_m\\_educacao.pdf](http://www.blikstein.com/paulo/documents/books/BliksteinBrasil_pode_ser_lider_mundial_e_m_educacao.pdf).
- BRASIL (Org.). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Fundação Carlos Alberto Vanzolini, 2018.
- BRASIL (Org.). **Parâmetros Curriculares Nacional - Meio Ambiente**. Brasília: 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/meioambiente.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- BRASIL REGISTRA MAIS DE 200 MIL FOCOS DE QUEIMADAS EM 2020. 2021. **DW Made for minds**. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/brasil-encerra-2020-com-maior-n%C3%BAmero-de-focos-de-queimadas-em-uma-d%C3%A9cada/a-56119157>. Acesso em: 9 mar. 2022.
- CASTRO, C. F. *et al.* **Combate a incêndios florestais**. 2. ed. Sintra: Escola Nacional de Bombeiros, 2003.
- CUNHA, M. B. da. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 92–98, 2012.

- DANTAS, N. da S.; SILVA, J. B. da. Análise bibliométrica da produção científica internacional das universidades, em torno dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), representada na Web of Science (WoS). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 9, p. e12710917863, 2021.
- DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268–288, 2017.
- DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. **Cadernos de Pesquisa**, n. 115, p. 139–154, 2002.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 42. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GOI, M. E. J. **Formação de professores para o desenvolvimento da metodologia de resolução de problemas na educação básica**. 2014. 267 f. UFRGS, Porto Alegre, 2014.
- GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e126911787, 2020.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e. **Química Nova na Escola**, v. 31, p. 5, 2009.
- GUPTE, T. *et al.* Students' meaningful learning experiences from participating in organic chemistry writing-to-learn activities. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 22, n. 2, p. 396–414, 2021.
- HERREID, C. F. What Makes a Good Case. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163–165, 1998.
- IBOPE. 49% dos brasileiros não sabem o que são os objetivos de desenvolvimento sustentável. **Estratégia ODS**. Disponível em: <https://www.estrategiaods.org.br/49-dos-brasileiros-nao-sabem-o-que-sao-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 10 mar. 2022.
- IYBSSD. 2022. **International Year of Basic Sciences for Development**. Disponível em: <https://www.iybssd2022.org/en/home/>. Acesso em: 12 mar. 2022.
- IZQUIERDO I AYMERICH, M.; SANMARTÍ PUIG, N.; ESPINET BLANCH, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 17, n. 1, p. 45–59, 1999.
- JOHNSTONE, A. H. Chemical education research in Glasgow in perspective. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 7, n. 2, p. 49–63, 2006.
- JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701, 1993.

JUNGES, A. L. *et al.* O “Efeito Estufa” na Sala de Aula: um experimento de baixo custo para demonstrar a absorção de radiação infravermelha por gases estufa como o dióxido de carbono. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 849–864, 2020.

KUNST, R.; SCHERER, J. W. A prática da leitura e da escrita no ensino de química. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 2, n. 1, p. 122–136, 2018.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Técnicas de Pesquisa**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

LEITE, B. S. A experimentação no ensino de química: uma análise das abordagens nos livros didáticos. **Educación Química**, v. 29, n. 3, p. 61, 7 ago. 2018.

LENARDÃO, E. J. *et al.* “Green chemistry”: os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 26, n. 1, p. 123–129, 2003.

LIMA, F. R. G.; MAZZE, F. M.; PONTES, A. C. F. de B. Use of Investigative Experiments to Identify Competencies and Skills in Students of a High School in the State of Ceará. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 3, p. 799–811, 2021.

LIMA, J. F. O uso de modelos moleculares no ensino de química orgânica. **Itinerarius Reflectionis**, Jataí, v. 10, n. 2, p. 5–29, 2015.

LOBATO, A. C. *et al.* Dirigindo o olhar para o efeito estufa nos livros didáticos de ensino médio: É simples entender esse fenômeno? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 7–24, 2009.

LOVATO, F.; MICHELOTTI, A.; LORETO, E. Metodologias Ativas de Aprendizagem: Uma Breve Revisão. **Acta Scientiae**, v. 20, 2018.

MACHADO, A. A. S. C. Da gênese ao ensino da química verde. **Química Nova**, v. 34, n. 3, p. 535–543, 2011.

MACHADO, A. A. S. C. Dos primeiros aos segundos doze princípios da Química Verde. **Química Nova**, v. 35, n. 6, p. 1250–1259, 2012.

MASSON, T. J. *et al.* Metodologia de Ensino: Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL). *In*: XL CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA - COBENGE, set. 2012. **Anais do XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia [...]**. Belém: set. 2012. p. 10.

MÁXIMO, M. E. No desligar das câmeras: Experiências de estudantes de ensino superior com o ensino remoto no contexto da Covid19. **Civitas - Revista de Ciências Sociais**, v. 21, n. 2, p. 235–247, 2021.

MIZUKAMI, M. das G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MOLINA, L. T. *et al.* Air quality in North America’s most populous city – overview of the MCMA-2003 campaign. **Atmospheric Chemistry and Physics**, v. 7, n. 10, p. 2447–2473, 2007.

MOLION, L. C. B. Aquecimento global: Uma visão crítica. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 3, p. 7–24, 2008.

NARDOTTO, R. S.; BERNARDELLI, M. S. A química verde como estratégia de ensino e aprendizagem no Brasil. **Dynamis**, Blumenau, v. 25, n. 2, p. 173–186, 2019.

NASCIMENTO, M. *et al.* A química no cotidiano: contextualizando a temática de funções orgânicas numa turma de jovens e adultos. *In: III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS - COINTER*, 1 jan. 2016. **Anais do III Congresso Internacional das Licenciaturas** [...]. Recife: 1 jan. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.31692/2358-9728.IIICOINTERPDVL.2016.00014>. Acesso em: 30 abr. 2022.

NEVES, J. L. Pesquisa Qualitativa - Características, Usos e Possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1–5, 1996.

NOVAK, J. D. Aprendizagem Significativa: O Fator Essencial para Mudança Conceitual em Hierarquias Proposicionais Limitadas ou Inapropriadas que Levam ao Empoderamento dos Alunos. **Science Education**, v. 86, n. 4, p. 548–571, 2002.

O QUE SÃO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS? | AS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. 2022. ONU. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-sao-mudancas-climaticas>, <https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-sao-mudancas-climaticas>. Acesso em: 2 maio 2022.

ODS. 2022. **ODS - Brasil**. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br>. Acesso em: 9 mar. 2022.

PEREIRA, A. S. *et al.* **Metodologia da pesquisa científica**. 1. ed. Santa Maria: UFSM, 2018.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. trad. Leonidas Hegenberg; Octanny Silveira Da Mota. 3. ed. São Paulo: Cultrix, 1972.

PRADO, A. G. S. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 738–744, 2003.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. de O. (Org.). **Estudo de caso no ensino de ciências naturais**. 1. ed. São Carlos: ArtPoint Gráfica e Editora, 2016.

QUEIROZ, S. L.; SACCHI, F. G. (Org.). **Estudos de caso no ensino de ciências naturais e na educação ambiental**. São Paulo: Diagrama Editorial, 2020.

ROCHA, A. C. da; NETO, J. dos S. C. Uso da gamificação no Ensino de Química. **Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 7, p. e151321, 2021.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de Casos no Ensino de Química**. 2. ed. São Paulo: Editora Átomo, 2010.

SANTOS, P. N. dos; AQUINO, K. A. da S. Utilização do Cinema na Sala de Aula: Aplicação da Química dos Perfumes no Ensino de Funções Orgânicas Oxigenadas e Bioquímica. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 160–167, 2011.

SANTOS, W. D. R. dos. **Como passar em provas e concursos: tudo o que você precisa saber e nunca teve a quem perguntar**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.



SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO. 2012. **Segurança Contra Incêndio**. Disponível em: <http://www.segurancacontraincendio.pt/o-que-e-incendio.html>. Acesso em: 2 maio 2022.

SILVA, O. B. da; OLIVEIRA, J. R. S. de; QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a Educação Química no Nível Médio. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 185–192, 2011.

SILVA JÚNIOR, C. A. da; LOPES, J. R. G. A química verde no ENEM: Uma análise documental das provas de 2009 a 2020. In: CONGRESSO BRASILEIRO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA - COBICET, 2021. **Anais do Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia** [...]. UFVJM: Even3, 2021. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/cobicet/385797-A-QUIMICA-VERDE-NO-ENEM--UMA-ANALISE-DOCUMENTAL-DAS-PROVAS-DE-2009-A-2020>. Acesso em: 24 jan. 2022.

TAVARES, M. J. F. *et al.* A Importância do Ano Internacional das Ciências Básicas para o Desenvolvimento Sustentável. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 11243–11258, 2022.

TOMAZ, A. R. *et al.* O Método de Estudo de Caso Como Alternativa para o Ensino de Química: Um Olhar para o Ensino Médio Noturno. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 2, p. 171–178, 2019.

VALADARES, J. A Teoria da Aprendizagem Significativa como Teoria Construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 1, p. 36–57, 2011.

VENTAPANE, A. L. de S.; SANTOS, P. M. L. dos. Aplicação de princípios de Química Verde em experimentos didáticos: um reagente de baixo custo e ambientalmente seguro para detecção de íons ferro em água. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 2, 2021. Acesso em: 29 abr. 2022.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.pdf**. 4. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1991.

WENZEL, J. S.; MALDANER, O. A. The Writing and Rewriting Practice in Chemistry Classes as Empowerment of to Learn Chemistry. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, 2014. Disponível em: <http://www.gnresearch.org/doi/10.5935/0104-8899.20140038>. Acesso em: 5 maio 2022.


XAVIER, M. E. R. A análise do efeito estufa em textos paradidáticos e periódicos jornalísticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 325–349, 2004.

ZAMBELLO, A. V. *et al.* **Metodologia da Pesquisa e do Trabalho Científico**. 1. ed. Penápolis: FUNEPE, 2018.

ZANDONAI, D. P. *et al.* Green Chemistry and the Training of Chemists: a Report of a Didactic Experience Outside the Learning Laboratory. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 1, p. 73–84, 2014.

## APÊNDICE A

# Questionário de Sondagem



Trabalho de Conclusão de Curso

Orientador: Prof. Ms. Carlos Alberto da Silva Júnior

Este questionário objetiva coletar dados que sondem o conhecimento de alunos do 1º ano do ensino técnico integrado ao médio do curso de Agroindústria do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. Todas as informações prestadas são tratadas confidencialmente, isto é, de maneira sigilosa. Será utilizado para aplicação do Trabalho de Conclusão de Curso de José Renato Gomes Lopes (Licenciando em Química), orientado pelo Professor Mestre Carlos Alberto da Silva Júnior. Sua participação é importante! Conto com sua colaboração.

**Você sabe o que é Química Verde? \***

Sim.  
 Não.  
 Talvez.

**O que vêm a sua mente quando você ouve a palavra Química Verde? \***

Texto de resposta curta  
.....

**Qual o seu conhecimento sobre Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)? \***

Conheço muito.  
 Entendo razoavelmente.  
 Já escutei falar.  
 Nunca vi isso.  
 Outros...

**O 13º ODS é Ação Contra a Mudança Global do Clima, você realiza alguma ação pensando no clima global? Qual? \***

Texto de resposta curta  
.....

**O que você sabe sobre prevenção? \***

Texto de resposta longa  
.....

**Lixo e resíduo são a mesma coisa? \***

Sim.  
 Não.  
 Talvez.  
 Não sei.

**É melhor prevenir a formação de resíduos ou tratá-los depois que são formados? \***

Texto de resposta curta  
.....

**Na sua opinião, experimentos tornariam as aulas de química mais significativa? \***

Sim  
 Não

**Incêndios trazem algum(uns) problema(as) ou benefício(os) para a saúde humana ou meio ambiente? Quais? \***

Texto de resposta longa  
.....

**Onde tem fumaça tem fogo. Para a química, essa afirmação é verdadeira ou falsa? Explique. \***

Texto de resposta longa  
.....

## APÊNDICE B

Apresenta o Roteiro Experimental da prática reacional realizada 3º Encontro e apresentado em formato de vídeo.

### 1. Introdução

A combustão é uma reação que se caracteriza pela liberação de calor que acontece. Existe algumas formas possíveis de ocorrer uma reação de combustão. Esse experimento tem como objetivo mostrar um dos meios de acontecer uma reação de combustão, chamado de combustão espontânea, pelo fato de acontecer sem uma fonte de ignição, simplesmente ao misturar dois compostos químicos, que libera grandes quantidades de calor.

### 2. Material para Prática

#### 2.1 Materiais Alternativos

- a) 2 Pires de vidro;
- b) 1- Pilão de cozinha;
- c) 1 Lã fina de algodão.

#### 2.2 Materiais Reagentes

- a) Glicerina;
- b) Permanganato de Potássio ( $\text{KMnO}_4$ ).

### 3- Procedimento Experimental

- a) Triturar 3 comprimidos de Permanganato de Potássio com o auxílio de um pilão de cozinha, em seguida, colocar o pó triturado em um pires de vidro.
- b) Tirar uma lã bem fina de um algodão e colocar em outro pires de vidro.
- c) Pegar uma pequena alíquota de glicerina (meia-tampa) na garrafa da glicerina.
- d) Despejar a amostra de permanganato de potássio em cima do algodão que está no pires de vidro.
- e) Com cuidado e em uma distância adequada, adicionar a glicerina da tampa em cima da lã de algodão coberta pelo permanganato de potássio.
- f) Em alguns segundos, a reação começará a acontecer visualmente. Primeiro haverá a formação de fumaça, em seguida a chama aparecerá fortemente. O fogo apagará sozinho após os reagentes serem consumidos.

## APÊNDICE C

Apresenta o Caso “Onde tem fumaça tem fogo” com a identificação dos elementos que estão de acordo com as recomendações de Herreid (1998) sobre como se elaborar um bom caso.

### CASO: ONDE TEM FUMAÇA TEM FOGO

Em um pequeno assentamento na cidade Vert, com cerca de 12 famílias sitiadas, aconteceu um incêndio próximo ao aviário dos Rubens em uma tarde ensolarada. Todos os que estavam naquele lugar se assustaram muito com o fogo, temendo perder o pouco dos animais e plantações que tinham e também preocupando-se com os efeitos da fumaça para o organismo. As condições ali não eram boas, a população já enfrentava uma terrível seca, sorte que na cidade tinha um Batalhão de Bombeiros Militar e rapidamente os moradores acionaram esse serviço. O Corpo de Bombeiros Militar conseguiu conter as chamas. Contudo, o filho mais velho da família Rubens, Bentinho ajudava nas atividades rurais e fazia o ensino médio em uma escola técnica, curioso, questionou a equipe dos bombeiros:










- Nós estávamos aqui trabalhando, outros em casa, quando de repente o fogo começou e quando vimos já estava o incêndio avançando. Quando vocês chegaram, conseguiram conter as chamas rápido. Poderiam explicar-me como isso aconteceu?

- Sim, jovem! Vemos que você é um garoto esperto pelo seu interesse. Então poderíamos voltar aqui e fazer um treinamento com as pessoas deste assentamento para combate e prevenção de pequenos incêndios.

Mesmo após o combate ao incêndio, o que era temido, aconteceu. A fumaça deixou sequelas. No dia seguinte, os burburinhos daquele acidente estavam em todos os canais de comunicação. Inclusive, na rádio mais escutada daquela cidade tinha sido noticiado, que a qualidade do ar já não era mais a mesma e que aquilo poderia causar muitos graves problemas para o planeta Terra, pois grandes quantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e monóxido de carbono (CO) haviam sido liberados pela combustão completa e incompleta, segundo o órgão responsável. Ainda não se sabe a causa do incêndio e todos estão curiosos. O problema do dióxido e monóxido de carbono deixou os moradores apreensivos, pois não tem conhecimento sobre o assunto e temem que a situação se agrave, visto que, através dos ventos pode contaminar o ar, o solo, a água etc. de outras regiões. Nas proximidades do assentamento, há uma escola de ensino técnico, aonde Bentinho estuda, que ao tomarem conhecimento do caso, os alunos se sentiram incomodados com a circunstância que estava acontecendo e dispuseram-se a ajudar.

Os (as) professores (as) gostaram da ideia, pois envolve os conteúdos a serem estudados e decidiram iniciar as atividades com base nesse caso.

Desse modo, você como estudante do ensino médio integrado ao técnico, aponte as possíveis causas do incêndio, estratégias de combate e prevenção ao incêndio e os danos causados ao meio ambiente e a saúde humana com ações de prevenção.


-  É atual;
-  Desperta interesse pela questão abordada;
-  Produz empatia entre os personagens centrais;
-  Inclui um diálogo;
-  Provoca um conflito;
-  Força uma decisão;
-  Tem generalizações;
-  Narra uma história;
-  É curto.

## APÊNDICE D

# Questionário Final

Trabalho de Conclusão de Curso

Orientador: Prof. Ms. Carlos Alberto da Silva Júnior



Esse questionário objetiva encerrar o tópico de Reações Químicas, bem como a sequência didática aplicada pelo estagiário nas aulas de Química I do curso técnico de Agroindústria integrado ao ensino médio.  
 \*Não será atribuída pontuação para este questionário. Por favor, esforce-se para responder neste momento.

---

**As aulas ministradas foram importantes para responder a avaliação (redação)? \***

Concordo totalmente.  
 Concordo.  
 Não estou decidido.  
 Discordo.  
 Discordo totalmente.

---

**Você considera que os Momentos de Feedback (Plantão de dúvidas e/ou Núcleo de Aprendizagem) lhe ajudaram a responder a avaliação (redação)? \***

Concordo totalmente.  
 Concordo.  
 Não estou decidido.  
 Discordo.  
 Discordo totalmente.

---

**O ensino de química verde dentro do tópico de reações químicas foi um diferencial? \***

Concordo totalmente.  
 Concordo.  
 Não estou decidido.  
 Discordo.  
 Discordo totalmente.

---

**Como você poderá inserir a química verde no seu cotidiano a partir de agora? Cite pelo menos um princípio justificando. \***

Texto de resposta longa .....

---

**Você acha que o experimento realizado ajudou no entendimento do conteúdo? \***

Concordo totalmente.  
 Concordo.  
 Não estou decidido.  
 Discordo.  
 Discordo totalmente.

---

**Você gostou dessa forma de ensino? \***

Concordo totalmente.  
 Concordo.  
 Não estou decidido.  
 Discordo.  
 Discordo totalmente.

O que você gostou nesse trabalho? \*

- Caso.
- Experimento.
- Jogo.
- Aulas síncronas.
- Conhecer a química verde.
- Outros...

Você teve alguma dificuldade nesse trabalho? Se sim, qual? \*

- Não tive dificuldade.
- Prazo de entrega.
- Entendimento dos conteúdos.
- Escrita do texto.
- Participação nos momentos síncronos.
- Trabalho em equipe.
- Outros...

Os objetivos do Desenvolvimento Sustentável tem utilidade para serem ensinados no ensino técnico integrado ao médio? Justifique. \*

Texto de resposta longa  
.....

Tornou-se mais fácil compreender a reação de combustão quando foi apresentada em 3D? \*

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Não estou decidido.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

Em virtude do ensino remoto durante a pandemia do COVID-19, esse estudo de caso ajudou a compreender melhor os conteúdos estudados? \*

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Não estou decidido.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

A tecnologia foi um recurso eficaz nessas aulas? \*

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Não estou decidido.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

Você aprendeu o conteúdo de Reações Químicas? \*

- Concordo totalmente.
- Concordo.
- Não estou decidido.
- Discordo.
- Discordo totalmente.

## Documento Digitalizado Restrito

### Trabalho de conclusão de curso (monografia)

**Assunto:** Trabalho de conclusão de curso (monografia)  
**Assinado por:** José Lopes  
**Tipo do Documento:** Avaliação  
**Situação:** Finalizado  
**Nível de Acesso:** Restrito  
**Hipótese Legal:** Informação Pessoal (Art. 31 da Lei no 12.527/2011)  
**Tipo do Conferência:** Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- José Renato Gomes Lopes, ALUNO (201818740006) DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - SOUSA, em 08/06/2022 20:18:35.

Este documento foi armazenado no SUAP em 08/06/2022. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 542714  
Código de Autenticação: 1d6527011a

