



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA
DISCIPLINA DE MONOGRAFIA

JONAS JOÃO DO NASCIMENTO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE REAÇÕES INORGÂNICAS DE
OBTENÇÃO DE OXIGÊNIO PARA O ENSINO DE QUÍMICA A
PARTIR DA PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E
SOCIEDADE.**

RECIFE
2022

JONAS JOÃO DO NASCIMENTO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE REAÇÕES INORGÂNICAS DE
OBTENÇÃO DE OXIGÊNIO PARA O ENSINO DE QUÍMICA A
PARTIR DA PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E
SOCIEDADE.**

Trabalho de conclusão de curso
apresentada à Universidade Federal
Rural de Pernambuco como parte dos
requisitos para a conclusão do curso de
Licenciatura Plena em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Verônica
Tavares Santos Batinga

Coorientadora: Profa. Dra. Wilka Karla
Martins do Vale

RECIFE

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- N244s Nascimento, Jonas João do
SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE REAÇÕES INORGÂNICAS DE OBTENÇÃO DE OXIGÊNIO PARA O
ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE. / Jonas
João do Nascimento. - 2022.
80 f. : il.
- Orientadora: Veronica Tavares Santos Batinga.
Coorientadora: Wilka Karla Martins do Vale.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Licenciatura em Química, Recife, 2022.
1. Ensino de Química. 2. Reações inorgânicas. 3. Sequência Didática. 4. Perspectiva CTS. 5. COVID
19. I. Batinga, Veronica Tavares Santos, orient. II. Vale, Wilka Karla Martins do, coorient. III. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM QUÍMICA
DISCIPLINA DE MONOGRAFIA

JONAS JOÃO DO NASCIMENTO

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE REAÇÕES INORGÂNICAS DE
OBTENÇÃO DE OXIGÊNIO PARA O ENSINO DE QUÍMICA A
PARTIR DA PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E
SOCIEDADE.**

Trabalho de Conclusão de curso
apresentada à Universidade Federal
Rural de Pernambuco como parte dos
requisitos para a conclusão do curso de
Licenciatura Química.

Aprovado em: 07 / 10 / 2022

Banca examinadora

Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Orientadora

Profa. Dra. Wilka Karla Martins do Vale
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Coorientadora

Profa. Dra. Maria Eduarda de Brito Cruz
Universidade Federal do Acre – UFAC
Examinadora

Profa. Dra. Marília Gabriela de Menezes Guedes
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Examinadora

“Deem graças em todas as circunstâncias, pois esta é a vontade de Deus para vocês em Cristo Jesus. **1. Tessalonicenses 5:18**” [...]

“E se o aplauso, as oblações, os parabéns, eu receber, no calvário irei me gloriar.” **Victorino Silva**

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente ao meu Deus por ter me concedido a dádiva de chegar até aqui, de ter vivido o que vivi, de ter feito o que consegui fazer, diante de todas as possibilidades eu consegui entrar numa universidade pública. Talvez o terceiro de toda minha família a estar fazendo curso superior, e aproveitando agradeço aos meus pais, Edileuza Leandro do Nascimento (minha mãe) e João Antônio do Nascimento (meu pai) pois mesmo sem ter mesmo nível de escolaridade que eu, seu filho, me proporcionaram toda base para me formar, toda a ajuda possível, desde financeira até conselhos a respeito que rumo tomar. Não poderia deixara de agradecer também a Érica Leandro do Nascimento (minha irmã), que sempre foi um espelho para mim, ao se formar duas vezes, uma delas também em universidade pública, o que é um grande feito, de fato. Durante a caminhada na universidade encontramos com pessoas que passam e outras conquistam o seu espaço diário nas nossas vidas, como Diego Florêncio Silva, Antonio Victor Alves de Queiroz, Carla Jasmine Oliveira e Silva, Ronald S Prazeres, Alex Pedro de Araújo, Elaine Lins. Esses eu fiz questão de trazer aqui para que fique registrado todo o companheirismo que pude aproveitar nesse período de universidade, eles me faziam sorrir depois da dificuldade de uma prova, me davam forças mostrando que seria difícil para todo mundo, o que não podíamos era desistir. Ainda durante o percurso universitário, pude encontrar meu par, que até então era namorada e hoje é minha noiva (futuramente esposa) Andrezza Hevellyn Oliveira do Nascimento, essa era a que mais me ouvia no período de provas, era ela que sabia quando o período estava difícil e com toda paciência do mundo tentava dividir a carga comigo, principalmente quando comecei a trabalhar e estudar, o que é comum para quem não é da classe média/alta.

Por fim, porém não menos importante gostaria de agradecer a minha orientadora a Profa. Dra. Verônica Tavares Santos Batinga, que me auxiliou na escrita do TCC assim como a minha coorientadora, a Profa. Dra. Wilka Karla Martins do Vale, que ouvia meus desabafos desesperados e sempre me respondia “tenha calma, vai dar certo.” E deu!

LISTA DAS ABREVIATURAS

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade

ESO – Estágio Supervisionado Obrigatório

PLACTS - Pensamento latino americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade

QSC – Questões Sociocientíficas

SD – Sequência Didática

CAPES – Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Formação do enfoque CTS.....	22
Figura 2: Etapas de uma estrutura metodológica da abordagem CTS.	24
Figura 3: Aspectos que constroem o significado de tecnologia.....	28
Figura 4: Instrumento para análise das SD.....	33
Figura 5: Ilustração de um gerador químico.	50
Figura 6: Publicação da rede social Instagram.....	51
Figura 7: Publicação da rede social Instagram.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Categorias de avaliação dos conteúdos.....	30
Quadro 2: Trabalhos mapeados no levantamento bibliográfico.	39
Quadro 3: Aulas e atividades	44
Quadro 4: Questionário prévio	46
Quadro 5: Texto base para introdução a QSC	47
Quadro 6: Questionário referentes a QSC.....	48
Quadro 7: Resumo de sinais utilizados durante a transcrição de trechos do podcast.....	53
Quadro 8: Competências que se esperam de uma pessoa que compreenda as relações CTS.	54
Quadro 9: Lista de identificação dos participantes da pesquisa e do podcast e suas devidas abreviações.	55
Quadro 10: Análise das respostas dos estudantes ao questionário prévio.....	56
Quadro 11: Análise das respostas dos estudantes a QSC.	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1.	OBJETIVOS GERAIS	15
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	A ORIGEM DO MOVIMENTO CTS	17
2.2	AS DIFERENTES VISÕES DO ENFOQUE CTS	21
2.3	A ABORDAGEM CTS E O CURRÍCULO DE ENSINO DE CIÊNCIAS	25
2.4	SEQUÊNCIA DIDÁTICA: DEFINIÇÕES E APLICAÇÕES PRÁTICAS da perspectiva CTS	31
2.5	DISCUTINDO A QSC: A OBTENÇÃO DE OXIGÊNIO E NECESSIDADE PARA A MANUTENÇÃO DA VIDA ACOMETIDAS PELO SARS-COV-2	33
2.5.3	Aspetos tecnológicos: A produção do Gás oxigênio nas indústrias	37
2.1.	O USO DE SD NO ENSINO DE REAÇÕES INORGÂNICAS: O QUE DIZEM OS TRABALHOS.	39
3	METODOLOGIA	43
3.1	CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA	43
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
3.3	ANÁLISE DE DADOS	54
3.4	ÉTICA NA PESQUISA	54
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4.1	CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES.	56
4.2	ANÁLISE DAS RESPOSTAS A QSC.	64
4.1.	ANÁLISE DO PODCAST	71
5	CONCLUSÕES	75
	REFERÊNCIAS	77

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma sequência didática com base na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade, a fim de verificar suas contribuições e limitações no processo de aprendizagem de estudantes da 1ª série do Ensino Médio de uma escola da rede privada de ensino, localizada na cidade do Recife, Pernambuco. A sequência didática teve como cerne a questão sociocientífica intitulada **As mortes causadas pela falta de Oxigênio no Brasil em decorrência da pandemia da Covid-19**. O conceito químico que buscamos abordar durante as discussões foi Reações Inorgânicas, mas especificamente a reação de obtenção de oxigênio. Com relação à abordagem dos dados, o estudo se aproxima de uma pesquisa qualitativa. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados dois questionários com perguntas abertas com a temática do elemento oxigênio, o ar atmosférico e a produção do gás oxigênio. Para isso, utilizou-se de atividades da sequência didática, tais como, aulas expositivas, vídeos, publicações de redes sociais, matérias de jornais com discussão em grupo seguida de resolução de questionário norteador contribui para um melhor entendimento por parte dos estudantes. Como forma de avaliação final, um *podcast* foi gravado com participação dos estudantes. Inicialmente os resultados da análise do questionário diagnóstico apontam que os estudantes não apresentavam compreensão química a respeito da temática, deixando as respostas distantes do conhecimento esperado para estudantes do Ensino Médio, quando comparado com objetivos de aprendizagem que decorrem do currículo do Ensino Médio. Já nas respostas ao *podcast* e do questionário após a discussão da Questão Sociocientífica, percebemos uma evolução consideravelmente satisfatória, pois os estudantes já apresentavam de forma crítica ao ser questionado sobre ações políticas que poderiam ser tomadas para evitar a situação de crise. Pode-se destacar também que em dado momento ao relacionar a Questão Sociocientífica os estudantes buscaram fazer relações com o conteúdo. Portanto, consideramos que a sequência didática elaborada a partir de uma temática sociocientífica com introdução de questões norteadoras tem potencial para contribuir na abordagem conceitual e contextualizada para o estudo das reações inorgânicas e assim. Ou seja, como esperado é uma possível ferramenta estratégica para aulas de química de turmas da 1ª série do Ensino Médio.

Palavras-chave: Ensino de Química; Reações inorgânicas; sequência didática, Perspectiva CTS; COVID-19.

ABSTRACT

The present work aimed to develop a didactic sequence based on the Science, Technology and Society perspective, in order to verify its contributions and limitations in the learning process of students of the 1st grade of high school in a private school located in the city of Recife, Pernambuco. The didactic sequence had as its core the scientific question entitled "The deaths caused by the lack of oxygen in Brazil as a result of the Covid-19 pandemic". The chemical concept that we sought to address during the discussions was Inorganic Reactions, but specifically the reaction of obtaining oxygen. Regarding the approach to the data, the study approaches qualitative research. As data collection instruments, two questionnaires were used with open questions on the theme of the element oxygen, atmospheric air and the production of oxygen gas. For this, activities of the didactic sequence were used, such as lectures, videos, social media publications, newspaper articles with group discussion followed by the resolution of a guiding questionnaire, which contributes to a better understanding on the part of the students. As a form of final evaluation, a podcast was recorded with the participation of students. Initially, the results of the analysis of the diagnostic questionnaire indicate that the students did not have a chemical understanding of the subject, leaving the answers far from the knowledge expected for high school students, when compared with learning objectives that arise from the high school curriculum. In the responses to the podcast and the questionnaire after the discussion of the Socio-Scientific Question, we noticed a considerably satisfactory evolution, as the students were already critical when asked about political actions that could be taken to avoid the crisis situation. It can also be highlighted that at a given moment, when relating the Socio-Scientific Question, the students sought to make relationships with the content. Therefore, we consider that the didactic sequence elaborated from a socio-scientific theme with the introduction of guiding questions has the potential to contribute to the conceptual and contextualized approach to the study of inorganic reactions and so on. In other words, as expected, it is a possible strategic tool for chemistry classes in 1st grade high school classes.

Keywords: Chemistry Teaching; Inorganic reactions; didactic sequence, CTS Perspective; COVID-19.

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de química traz consigo um misto de medo e incompreensão por partes dos estudantes do Ensino Médio, estas características, por muitas vezes gera um bloqueio, fazendo com que determinados assuntos não venham ser compreendidos de forma integral e/ou correta. Rocha e Passos (2012) mostraram através de estudo que estudantes do segundo ano do Ensino Médio revelam não gostar da disciplina de química. Uma razão que contribui para o descontentamento dos estudantes é que os conteúdos abordados são abstratos, ou até, aparentemente distantes da realidade ao qual os estudantes estão inseridos (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

De acordo com Rocha e Passos (2012), ao concluir o Ensino Médio os estudantes demonstram dificuldades no reconhecimento das reações químicas, Taborda e Penha (2014) reafirma este aspecto destacando que existe também uma dificuldade dos alunos em relacionar o assunto com fatos presentes no cotidiano. Tendo em vista a perspectiva de contribuir positivamente com o cenário de aprendizado e de tornar o processo de ensino e aprendizado mais dinâmico e positivo, Ausubel (1982) defendia que para se desenvolver uma aprendizagem significativa se faz necessário levar em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, pois a nova informação terá como base o conhecimento adquirido anteriormente, e que para ser assimilado um dos objetivos é que tenha um significado para o estudante, de forma que possa ser relacionado por exemplo com o seu cotidiano.

Corroborando com Ausubel, Moreira (2012) define aprendizagem significativa como um conjunto de ideias que interagem de forma não literal e não arbitrária com o conhecimento prévio do estudante.

Ausubel (1982) ainda defende a necessidade de se planejar em etapas o conteúdo que será ensinado. Para isso, Kurz *et al* (2019) sugerem a utilização de estratégias didáticas de forma que o professor venha estar posicionado como mediador entre o estudante e o conhecimento científico. Deste modo, Mezacasa (2020) aponta que a sequência didática se mostra uma metodologia

educacional que promove avanço nos processos de ensino e aprendizagem dos conhecimentos científicos, visto que, Zabala (1998) definiu SD como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelo professor como pelos alunos” (ZABALA, 1998, p. 18).

Visando tornar o aluno sujeito de aprendizagem e fortalecer sua formação cidadã, atrelada a Sequência Didática (SD) destacamos a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), tem se mostrado uma verdadeira aliada dos docentes no ensino das ciências, como aponta Kraushaar (2019), o ensino de ciências não deve se limitar a construção de conceitos, mas sim, a uma relação de estímulo, como as de situações-problemas que instigam o pensamento e a participação crítica do estudante, tendo como prioridade as situações que são retiradas de contextos reais.

Nessa perspectiva a abordagem CTS pode contribuir significativamente para o ensino da química, tornando-o cada vez mais o processo de ensino e aprendizagem relevante, tornando o momento cada vez mais próximo daquele que trouxe Freire (1987), onde a educação não deve ser um depósito de assuntos, e sim a ferramenta que pode relacionar o homem com o mundo, para que a educação tenha uma natureza libertadora. A tomada de decisão baseada em conhecimentos científicos construídos em sala de aula se mostra importante na formação de uma consciência cidadã. Como aponta Walks (1990), o enfoque CTS pode “capacitar o cidadão a participar no processo democrático de decisões e promover a ação cidadã encaminhada a solução de problemas relacionados à tecnologia na sociedade industrial” (WALKS, 1990. p. 53. tradução nossa).

Para que seja possível a transformação do ensino de química, tirando-a do patamar das disciplinas que não são tão quistas pelos estudantes, como também ajudar na compreensão e na construção do conhecimento científico, para formação de um pensamento crítico e de um ser social (características destacadas no enfoque CTS), o professor deve planejar seu dia-a-dia na sala de aula se baseando em temas que dialoguem com o cotidiano do aluno com o conhecimento científico em estudo. Como destaca Chassot (1995) sobre a importância de trazer o ensino para a realidade do estudante, pois faria mais

sentido para um estudante da zona rural saber as modificações que ocorrem no solo quando se usa um corretivo de acidez ou basicidade, do que a configuração eletrônica dos lantanídeos.

Desta forma, quando o ensino da química está conectado com os problemas ambientais da atualidade, com as contrariedades sociais, ambientais, e com causas políticas, possibilita que o professor instigue ao estudante desenvolver seu posicionamento, sua forma de pensar já dentro da sala de aula, como também torna o processo de ensino e aprendizagem em que o aluno se relaciona com o mundo real (BUFFOLO, 2015). Bem como destacado anteriormente que a relação dos problemas sociais, ambientais e políticos são raízes que emergem no enfoque CTS e ajudam no processo de ensino-aprendizado, as Questões Sociocientíficas (QSC) também auxiliam nesse processo e são perfeitamente articuladas com a perspectiva CTS.

Conrado e Neto (2018) definem as QSC como situações controversas, problemas complexos que podem ser trazidos para o ensino de ciências, por proporcionar um estudo de forma contextualizada de conteúdos que podem ser considerados interdisciplinares ou multidisciplinares. Os conteúdos científicos aprendidos nas aulas servirão de base para solução para compreensão dos problemas inseridos na QSC.

Diante disso, este trabalho, busca através de uma sequência didática baseada nas perspectivas CTS, abordar aspectos das reações inorgânicas. Partindo de uma questão sociocientífica que tem por título: **As mortes causadas pela falta de oxigênio no Brasil em decorrência da pandemia da Covid-19!**

A escolha da questão sociocientífica se deu por trazer um tema de relevância nacional, um capítulo marcante na história do país e que precisa ser debatido tanto na esfera científica, social e política. Uma outra razão é de ser amplo em número de matérias falsas (*fakes News*¹) que podem ser utilizadas para aguçar o sentido científico e crítico dos estudantes, tomando como parâmetro o objetivo da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1966) que busca tornar o estudante um participante ativo da cidadania.

¹ Quaisquer notícias, informações, dados e relatórios parcial ou totalmente falsos.

Por se tratar de um tema vigente, sua ligação com o lado tecnológico é perfeitamente colocada, sem perdas ou hiatos.

Dentro dessa proposta, busca-se contribuir positivamente com o ensino da Química no Ensino Médio, tornando-a mais compreensiva, mais próxima da realidade dos estudantes e com isso espera-se a participação crítica dos estudantes, como também trazer à tona debates que façam parte tanto da esfera política, social, financeira e científica. Aspectos que são advindos de uma abordagem CTS.

1.1. OBJETIVOS GERAIS

- Desenvolver em sala de aula Sequência de ensino e aprendizagem focada numa questão sociocientífica na perspectiva CTS, visando contribuir para o letramento científico, tecnológico e social de estudantes do Ensino Médio.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar uma sequência de ensino e aprendizagem com base na perspectiva CTS, como ferramenta de construção do conhecimento em sala de aula, direcionada para o ensino das reações inorgânicas do Ensino Médio regular.
- Aplicar a sequência de ensino e aprendizagem como ferramenta de construção do conhecimento em sala de aula do Ensino Médio regular;
- Investigar como a SD contribui no desenvolvimento do pensamento crítico social através de questionamentos que envolvam temas atuais, exemplo a Covid-19;

Nos próximos capítulos iremos abordar detalhes da aplicação da SD, a literatura que foi utilizada como base para a pesquisa, a metodologia empregada e os resultados obtidos. No capítulo a seguir discorreremos sobre aspectos teóricos metodológicos da abordagem CTS no ensino de química e da utilização de sequências didáticas de ensino e aprendizagem no planejamento das aulas de química.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Quanto à abordagem CTS traçamos tópicos que abordam: A origem do movimento CTS (CHASSOT, 1995; BRAGA, 2004; AULER, BAZZO, 2001); as diferentes visões do enfoque CTS (LUJÁN, 1996; AIKENHEAD; 1985; GONÇALVES; MACÊDO, SOUZA, 2015) e a abordagem CTS e o currículo de ensino de ciências (CHALMERS, 1994.; LATOUR e WOOLGAR, 1997.; SANTOS, MORTIMER, 2002.).

No que se refere às sequências didáticas apresentamos implicações teóricas e definições de alguns autores, tais como Silva e Pataca (2018), Andrade e Mozzer (2017) e Lima (2019) sobre a importância da sua utilização no contexto das aulas de ciências. Adicionalmente, no tópico seguinte enfatizamos aspectos sociocientíficos das reações inorgânicas, que é temática da qual balizou a delimitação da questão sociocientífica explorada ao longo da SD elaborada. E por fim, fazemos uma breve revisão de literatura visando reconhecer aspectos das pesquisas, produzidas em uma janela de tempo atual, sobre sequências didáticas ancoradas na perspectiva CTS que se aproximam da temática em xeque.

2.1 A ORIGEM DO MOVIMENTO CTS

Não se sabe quando de fato a ciência teve um início, o que se sabe é que tudo que desperta a curiosidade do ser humano esteve sempre ligado a ciência, seja ciência humana ou ciência exata. Uma das perguntas que movimentou as cabeças pensantes foi: “Como foi criada a vida?”. Por longos períodos buscou-se essa resposta, pois assim teria o segredo da vida e da morte, talvez ao encontrar o início consiga-se evitar o fim ou prolongar o caminho.

Essa força motriz moveu o que se considera o início do que se chama de química, quando homens dizem ter encontrado uma pedra que pode dar longa vida, cura todo o tipo de doença e ainda transformar metais em ouro ou prata. Parecia então ter chegado ao apogeu, a tal pedra que parece ser

milagrosa. Porém com o passar do tempo ficou comprovado que a pedra não teria tais poderes, mas o que se pode afirmar é que tal “pedra” conseguiu dar início a uma revolução e evolução que se segue até os dias de hoje. Pois foi com o intuito de provar que tal pedra não tinha os determinados poderes que Paracelso produziu o que se pode considerar os primeiros “remédios” colocando em xeque a tal da magia com ciência, a alquimia. Desta forma, alguns autores consideram que a revolução científica teve seu pontapé inicial, nas descobertas de Paracelso e seguem até os dias atuais (CHASSOT, 1995).

Com o avanço científico houve mudança dos conceitos mais simples, do micro ao macro. Surgiram explicações para a menor parte da matéria, começando com filósofos e concluindo com físicos e químicos. Toda essa revolução gerou conhecimento, que gerou mudanças, que originou aplicações de tais conhecimentos adquiridos. Embora seja um grande salto histórico, pode-se dizer que outro avanço além do científico considerado um grande marco para a humanidade foi a revolução industrial. Os conhecimentos gerados com a revolução da ciência passam agora a ser aplicado em prol de uma vida melhor, de novas ferramentas, novas máquinas, novas **Tecnologias** (BRAGA, 2004). Aqui têm-se uma primeira ligação entre ciência e tecnologia, pois começam a ser perceptíveis de modo que as pessoas percebem a necessidade de andarem juntas, sendo quase impossível separar, a ciência da tecnologia.

As máquinas a vapor era nada mais nada menos que a aplicação de um conceito de trocas de calor. E qual personagem mais interessado nesses avanços? O homem, pois assim percebe-se um aumento de renda, aumento de produção, e a ambição de sempre querer mais. Nota-se que a ciência e a tecnologia estão intimamente ligadas com a sociedade, pois o produto final entre estes dois será de impacto na sociedade.

De acordo com Freitas (2011), é aí onde as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade começam a mudar e começam a ser estudados, criam-se grupos para debates, encontros que proporcionasse novas aplicações, novas ideias. A partir do momento que a sociedade começa a discutir sobre o avanço da Ciência e da tecnologia, notou-se que para ocorrer avanço seria necessário um investimento no meio científico e tecnológico, os

mais interessados agora são os chefes de estados, pois percebem que o domínio social emana do domínio tecnológico, e esse está atrelado a ciência.

Concordando com essa ideia Auler e Bazzo (2001) escrevem que o não desenvolvimento do bem-estar social contribui diretamente para o início do movimento CTS, como destacado:

A partir de meados do século XX, nos países capitalistas centrais, foi crescendo o sentimento de que o desenvolvimento científico, tecnológico e econômico não estava conduzindo, linear e automaticamente, ao desenvolvimento do bem-estar social. Após uma euforia inicial com os resultados do avanço científico e tecnológico, nas décadas de 1960 e 1970, a degradação ambiental, bem como a vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra (as bombas atômicas, a guerra do Vietnã com seu napalm desfolhante) fizeram com que a ciência e a tecnologia (C&T) se tornassem alvo de um olhar mais crítico. Além disso, a publicação das obras, a estrutura das revoluções científicas, pelo físico e historiador da ciência Thomas Kuhn, e Silentspring, pela bióloga naturalista Rachel Carsons, ambas em 1962, potencializaram as discussões sobre as interações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Dessa forma, C&T passaram a ser objeto de debate político. Nesse contexto, emerge o denominado movimento CTS (AULER; BAZZO, 2001).

Como dito anteriormente as ligações entre CTS eram frutos de discussões e debates e não demorou muito para que as academias utilizassem esse debate de uma maneira mais formal. Com o passar do tempo os governos começam a perceber uma grande lacuna entre o real e o ensinado em sala de aula, visto que os jovens ao concluir o ensino não apresentavam os conhecimentos que interligava a ciência com a tecnologia, inicia-se, então, uma busca por uma reforma de currículo, para que pudesse tornar o ensino das ciências mais próximo do real. Não só os governantes como também a sociedade percebe que é necessária essa mudança e os ditos cientistas começam a ser mais observados, a ponto de suas ações se tornarem agora controladas, ou seria melhor definida como direcionadas para um objetivo da nação específica. Têm-se início então da aplicação do CTS na educação (AULER; BAZZO, 2001)

Uma vez que a busca por uma reformulação no currículo escolar é iniciada, dar-se início ao movimento CTS educacional, como destaca Menbiela (1997):

O movimento educacional CTS surgiu nas décadas de 1960 e 1970 nos campi universitários e se espalhou para o Ensino Médio na década de 1980. O movimento CTS nasceu na América do Norte como resposta à crise que começou a surgir no início dos anos sessenta na relação que a sociedade tinha com a ciência e a tecnologia, e que na época refletia os escritos de intelectuais como Snow, - falando de duas culturas, científica e humanista - como Dennis Meadows -que apontou os limites do crescimento-, de Lewis Mumford -Comentando sobre as consequências sociais da tecnologia - ou Rachel Carson chamando a atenção para os problemas ambientais. Outros intelectuais, como Schumacher e Illich, introduziram uma visão crítica do impacto da tecnologia na sociedade (MENBIELA, 1997. p.51. tradução nossa)

Visto que aumentava o número de debates sobre os impactos da Ciência e da Tecnologia (C&T) sobre a sociedade, Auler e Bazzo (2001) apontam que na década de 70 houve uma busca por mudanças na C&T de forma que a partir daquele momento fosse possível à participação da sociedade. Um aspecto notório dessa participação da sociedade se dá pelas frações dos currículos no ensino superior e médio como destacado por Menbiela (1997).

Embora hoje o enfoque CTS seja uma ferramenta difundida e utilizada com definição bem conhecida, nem sempre foi assim, como visto em linhas anteriores o movimento CTS teve início na Europa, na América Latina iniciou sendo vista como uma política pública e acabou tendo seu início como, a Pensamento latino americano de ciência, tecnologia e sociedade (PLACTS). Objetivo de quem estudava o PLACTS era fazer com que o conhecimento servisse de insumo para a região, que servisse de base para o crescimento local, por isso era visto como uma política pública, o foco era desenvolver técnicas sociais e econômicas para a América Latina. Fazendo-se um resumo bem direto, no olhar do PLACTS era necessário tirar a concepção da Europa e trazer para o contexto latino-americano (VON LINSINGEN, 2007).

Dada a importância a C&T para a sociedade López (2017) destaca o impacto na agenda política ao escrever relatos sobre o congresso mundial sobre a ciência que ocorreu em Budapeste Hungria- 1999, convocado pela UNESCO², para conversar sobre a ação da ciência no mundo. Tal congresso

² A Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

ficou marcado por buscar compreender aspectos sociais da ciência e da tecnologia.

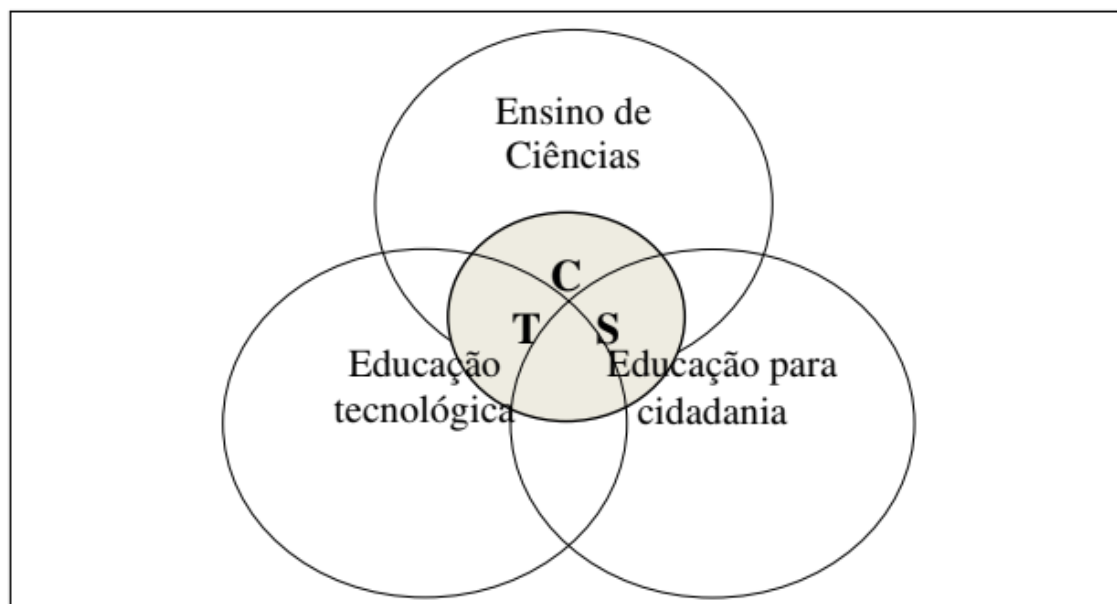
A abordagem CTS no Brasil teve início na década de setenta, como a ciência sendo fruto de um contexto econômico, político e social, posteriormente, na década de oitenta, o desenvolvimento científico e tecnológico influenciava no contexto social. No Brasil, a educação tem se transformado com o passar das décadas, como exemplo as reformas curriculares do Ensino Médio, embora não seja uma mudança vertiginosa, entende-se que o ensino migrou de uma didática mais enrijecida para uma proposta que tem como objetivo o avanço de preceitos que são de interesse comum da sociedade (SANTOS, 2000).

Como aliada para alcançar esse objetivo a abordagem CTS mostra-se uma eficiente ferramenta, pois de acordo com Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), a perspectiva CTS atua numa transformação de valores, tratando temas científicos aplicados na sociedade. E de acordo com Aikenhead (1994) o enfoque CTS busca o letramento, a alfabetização tanto científica como tecnológica dos participantes da sociedade, para que assim possa ser construído valores, habilidades e conhecimentos que venham auxiliar numa tomada de decisão, e assim o cidadão possa se tornar um participante ativo nas soluções que envolvem a ciência e a tecnologia em seu contexto social.

Hoje, o enfoque CTS é considerado uma perspectiva interdisciplinar por envolver a filosofia, a ciência, a história da ciência e a tecnologia (LÓPEZ, 2017). Se trata de uma ferramenta que utiliza não apenas o presente, mas como toda construção que vem do passado, para que se possa ter um embasamento tanto científico como histórico também.

2.2 AS DIFERENTES VISÕES DO ENFOQUE CTS

Para Luján (1996) o enfoque CTS pode ser caracterizado como uma proposta curricular que permite integralizar a educação científica, a educação tecnológica e social, de modo que o conteúdo científico a ser estudado precisa ter ligação com os aspectos éticos, históricos e culturais.

Figura 1: Formação do enfoque CTS.

Fonte: Aikenhead (1985).

Como destaca a figura acima, a integralização de diferentes tipos de educação contribui para a formação de um todo. Porém, se faz necessário destacar que existem diferentes visões a respeito da educação CTS. Para Aikenhead (1985) o ensino de um conteúdo científico deve levar em consideração seu contexto tanto social como tecnológico, onde os estudantes formam o seu conhecimento científico ligado ao conhecimento tecnológico.

Já para Gonçalves (2015):

A expressão CTS é utilizada para fazer referência a inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Uma questão primária e que parece ser consenso nessa inter-relação [...] é pensar a ciência e a tecnologia como uma questão que ocorre em um contexto de uma determinada sociedade. No entanto, nem sempre foi assim (GONÇALVES; MACÊDO e SOUZA, 2015).

Nesse contexto observa-se que a visão sobre CTS é pensada como algo local que sofrerá influência de uma forma total do local ao qual foi pensada, visto que a sociedade se torna um fator determinante.

Para Mansour, a definição de CTS é:

Ciência, Tecnologia e Sociedade CTS é um campo de estudo interdisciplinar que busca explorar e compreender as muitas maneiras pelas quais a ciência e a tecnologia modernas moldam a cultura, os valores e as instituições modernas, por um lado, e, por outro lado,

como os valores modernos moldam a ciência e a tecnologia (MANSOUR, 2009. p.20, tradução nossa).

É importante destacar que o enfoque CTS é bem mais do que exemplificações dentro de sala de aula, fundamentando isso Santos e Mortimer apontaram:

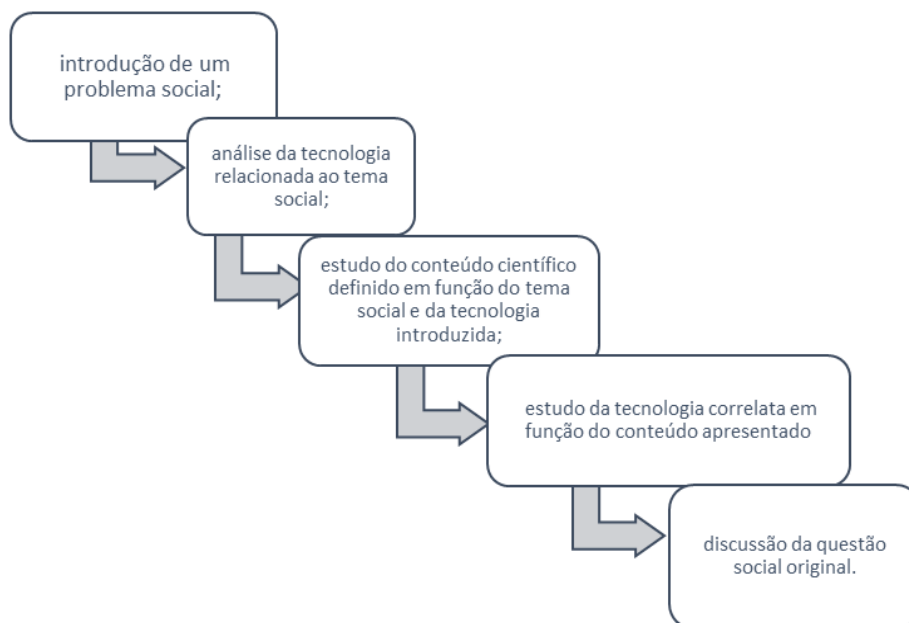
A preocupação com a formação de atitude e valores em contraposição ao ensino memorístico com pseudo preparação para o vestibular; a abordagem temática em contraposição aos extensos programas de ciências alheios ao cotidiano do aluno; o ensino que leva o aluno a participar em contraposição ao ensino passivo, imposto sem que haja espaço para sua voz e suas aspirações (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 127).

Entender o significado do CTS é extremamente importante pois como destacado anteriormente não é apenas encontrar exemplos que possam se encaixar no campo de fala, é além disso, precisa levar em consideração fatores que estão implícitos, como o contexto social do estudante, da escola, o tipo de problemática que se deseja abordar. Corroborando com isso López afirma que:

A expressão “ciência, tecnologia e sociedade” (CTS) costuma definir tanto um objeto de estudo quanto um campo de trabalho acadêmico. O objeto de estudo é constituído pelos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que diz respeito aos fatores sociais que influenciam a mudança científico-tecnológica, quanto no que diz respeito às consequências sociais (e ambientais) dessa mudança (LÓPEZ, 2017. p.5, tradução nossa).

No desenvolvimento deste trabalho utilizou-se etapas que a literatura afirma tornar a aplicação mais do CTS (AIKENHEAD, 1994).

Figura 2: Etapas de uma estrutura metodológica da abordagem CTS.



Fonte: AIKENHEAD, 1994 (tradução nossa)

Além da estrutura metodológica é necessário entender também os tipos de currículos CTS, para se ter uma base de qual parece mais com o projeto de aplicação. Os tipos de currículos CTS para Roberts (1991) são aqueles que buscam uma inter-relação acerca de explicação da ciência, do planejamento tecnológico, da solução de problemas e por fim nas tomadas de decisões sobre temas que tenha relevância social.

As concepções dos currículos CTS são apresentadas da seguinte forma:

- (i) Ciência como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais;
- (ii) sociedade que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia;
- (iii) aluno como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões;
- e (iv) professor como aquele que desenvolve o conhecimento e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões (ROBERTS, 1988. p.32, tradução nossa).

Como observado anteriormente, Roberts (1988) faz sua análise de currículos CTS mais focado na sala de aula, trazendo elementos que seja direcionado ao estudante e par ao professor, entretanto outras caracterizações mais amplas que embasam a estruturação do currículo de forma mais aberta são dadas por Bybee (1987):

(I) Apresentação de conhecimentos científicos, habilidades e compreensão em um contexto pessoal/social. (II) Inclusão no currículo de conhecimentos, habilidades e entendimentos relativos à tecnologia. (III) Extensão do objetivo da investigação para incluir a tomada de decisão. (IV) Esclarecimento dos conhecimentos, habilidades e entendimentos relativos ao tema C-T-S que são adequados às diferentes idades e estágios de desenvolvimento (BYBEE, 1987. p. 679, tradução nossa)

A educação CTS tem objetivos coletivos para a educação no Ensino Médio, como a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, visando o desenvolvimento e afirmação de valores, características que ficaram em baixa no cenário capitalista. Atrelado a esses valores, pode-se ainda destacar os interesses coletivos, como empatia, fraternidade, respeito ao próximo, reciprocidade entre outros que são fatores preponderantes na tomada de decisão social. No decorrer dos objetivos gerais, nota-se pontos que devem ser desenvolvidos, tais como o aprendizado colaborativo, responsabilidade social, interesse por causas sociais, o pensamento lógico, racional e comunicação em suas duas vias, a oral e a comunicação escrita (AIKENHEAD, 1994; SANTOS, MORTIMER, 2002.).

2.3 A ABORDAGEM CTS E O CURRÍCULO DE ENSINO DE CIÊNCIAS

Ao falar sobre a estrutura conceitual dos currículos, o objetivo aponta para as interações ciência, tecnologia e sociedade, pois advém dessa conversa de inter-relação o desenvolvimento de valores, ponto bastante destacado nos objetivos gerais dos currículos CTS. Por isso se faz necessário discutir as visões que os currículos apresentam as relações entre Ciências, Tecnologia e Sociedade.

A começar pela Ciência, considerada como um *corpus*³ flexível que está em constante movimento e construção sem interrupções. Por outro ponto de vista, a ciência não é justificada apenas por critérios sociais e cognitivos, mas também, por atos sociais, apesar de ser neutra. Avaliar o conhecimento científico parece ser de certo complexo, visto que admitir que o progresso e o conhecimento científico são construídos socialmente, não implica tomar como uma posição relativista. Porém ainda que não se pense na construção do conhecimento científico seja realizado pela esfera social, é por ela que tal conhecimento será validado (CHALMERS, 1994.; LATOUR e WOOLGAR, 1997.; SANTOS, MORTIMER, 2002.).

Diante de tamanha complexidade no entendimento da construção do conhecimento científico, é necessário que o estudante compreenda a natureza da ciência para que assim consiga entender as repercussões na sociedade (AIKENHEAD, 1994; SANTOS, MORTIMER, 2002.; LAYTON, DAVEY, JENKINS, 1986; STIEFEL, 1995).

Com o objetivo de contribuir numa melhor compreensão dos estudantes relacionado a natureza da ciência, Rosenthal (1989) apresenta uma série de aspectos que poderiam ser apresentados nos currículos:

1. Filosófica – que incluiria, entre outros, aspectos éticos do trabalho científico, o impacto das descobertas científicas sobre a sociedade e a responsabilidade social dos cientistas no exercício de suas atividades;
2. sociológica – que incluiria a discussão sobre as influências da ciência e tecnologia sobre a sociedade e dessa última sobre o progresso científico e tecnológico; e as limitações e possibilidades de se usar a ciência e a tecnologia para resolver problemas sociais;
3. histórica – que incluiria discutir a influência da atividade científica e tecnológica na história da humanidade, bem como os efeitos de eventos históricos no crescimento da ciência e da tecnologia;
4. política – que passa pelas interações entre a ciência e a tecnologia e os sistemas público, de governo e legal; a tomada de decisão sobre ciência e tecnologia; o uso político da ciência e tecnologia; ciência, tecnologia, defesa nacional e políticas globais;
5. econômica – com foco nas interações entre condições econômicas e a ciência e a tecnologia, contribuições dessas atividades para o desenvolvimento econômico e industrial, tecnologia e indústria, consumismo, emprego em ciência e tecnologia,
6. humanística – aspectos estéticos, criativos e culturais da atividade científica, os efeitos do desenvolvimento científico sobre a literatura e as artes, e a influência das humanidades na ciência e tecnologia (ROSENTHAL, 1989 p. 581, tradução nossa)

³Coletânea ou conjunto de documentos sobre determinado tema.

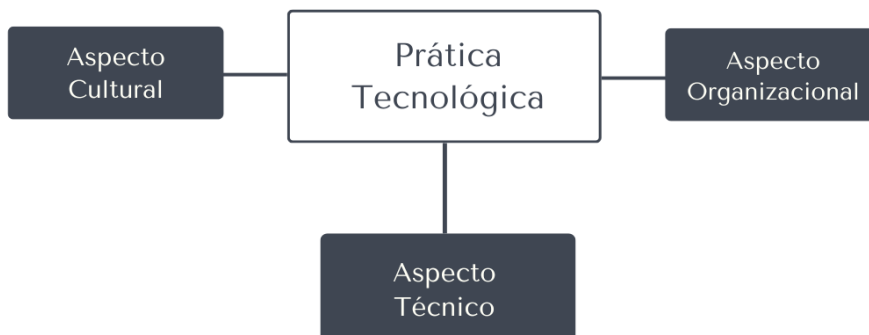
Com isso, nota-se que os currículos CTS vão de uma abordagem mais ampla, como também abrange aqueles estudantes que irão seguir na área da pesquisa e terão um novo contato, uma experiência mais profunda do que viram na escola.

Concordamos com Santos e Mortimer (2002) no sentido de que os currículos CTS saem do comum em relação a ciência, pois não se limitam em apenas usar exemplos de compostos químicos que são utilizados no cotidiano, de forma que parece mais uma busca por camuflar o ensino densamente teórico que se pratica, deixando de lado todo contexto da problemática social.

Após expormos a visão dos currículos CTS sobre a ciência, iremos abordar a visão sobre a tecnologia, na atualidade a ciência e a tecnologia são termos praticamente inseparáveis, a tecnologia como uma extensão da ciência, ou como um fruto da ciência que nos permite disfrutar das maravilhas da evolução. Para Vargas (1994) a tecnologia é um agrupamento de atividades, essas, associadas a símbolos, instrumentos e máquinas.

Pacey (1990) esquematizou a concepção de tecnologia como mostrado na figura 3.

Figura 3: Aspectos que constroem o significado de tecnologia



Fonte: Adaptado - PACEY (1990), tradução nossa.

Pacey (1990) ainda detalha o diagrama:

1. aspecto técnico: conhecimentos, habilidades e técnicas; instrumentos, ferramentas e máquinas; recursos humanos e materiais; matérias primas, produtos obtidos, dejetos e resíduos;
2. aspecto organizacional: atividade econômica e industrial; atividade profissional dos engenheiros, técnicos e operários da produção; usuários e consumidores; sindicatos;
3. aspecto cultural: objetivos, sistema de valores e códigos éticos, crenças sobre o progresso, consciência e criatividade (PACEY, 1990. p.19, tradução nossa).

Em suma, a tecnologia pode ser vista como uma ferramenta em que sua servidão tem como uma das aplicações a satisfação e manutenção do bem-estar pessoal. Entretanto, quando passamos a entender os aspectos da tecnologia, a concepção tende a mudar, pois agora, nota-se que a tecnologia é dependente dos sistemas sociais e políticos.

Cabe ressaltar que, o cidadão compreendendo como a tecnologia está diretamente ligada a resolução dos problemas sociais, não convém pensar que haverá uma dependência tecnológica ou científica do cidadão, pois assim, seria um caminho que estaria indo contra ao letramento, que é permitir o

pensamento frente as decisões, logo, não pode estar refém de uma ferramenta (PEDRETTI; NAZIR, 2011; SOLOMON, 1993.; CONRADO; NETO, 2018).

Nesse sentido, entendemos que o letramento tecnológico vai além de apresentar conceitos e ferramentas, pois, dessa forma, concordamos com Santos e Mortimer (2002) no sentido de afirmar que não é apenas preparar o cidadão para o novo, para as novas tecnologias, pois uma educação que se limita ao uso das novas tecnologias e a compreensão de seu funcionamento, se torna alienante, deixando o estudante preso àquele processo e não contribuindo para o desenvolvimento.

Por fim, ao analisarmos os currículos CTS em relação a sociedade, entendemos que os temas propostos são os que se articulam entre Ciência e Tecnologia e que possuem potencial para ser um problema social. Concordamos com Santos e Mortimer (2002), Lopez e Cerezo (1996) quando afirmam a importância de buscar despertar a noção de influência que os estudantes podem ter como cidadão, e para isso, utilizar temas que propiciem a exposição das opiniões dos estudantes.

De acordo com Ramsey (1993) três critérios podem ser observados para definição de um tema social que se correlacione com a ciência: "(i) se é, de fato, um problema de natureza controversa, ou seja, se existem opiniões diferentes a seu respeito; (ii) se o tema tem significado social e (iii) se o tema, em alguma dimensão, é relativo à ciência e à tecnologia."

Para alguns autores, como Merryfield (1991) seria interessante a escolha de um tema de alcance global, porém para Ramsey (1993) a problemática não está diretamente ligada se o tema será global ou local, e sim no grau de problematização social. Concordando com essa ideia, Freire (1987) apresenta a ideia de que a conscientização ocorre na verdade quando é permitido ao indivíduo um diálogo, um termo que Freire escreveu como "tema geradores". Apesar de concordarmos com Freire, no aspecto da escolha de uma situação local, que permita analisar aspectos nacionais e regionais, a escolha do tema do presente trabalho, iniciou numa proporção regional, em seguida nacional e em determinado momento chegando a ser um tema de abrangência internacional.

Os currículos possuem categorias, visto que nem todas as propostas intituladas CTS se baseiam nas inter-relações Ciência, Tecnologia e Sociedade. A classificação está disposta em oito categorias, como podemos ver no quadro descrito a seguir por Aikenhead (1994):

Quadro 1: Categorias de avaliação dos conteúdos.

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é a feita partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.

Fonte: Adaptado - AIKENHEAD, 1994. p. 55-56. tradução nossa.

De acordo com Aikenhead (1994), Santos e Mortimer (2002) essa categoria se interpretada literalmente, a primeira posição de fato não seria considerada um curso que trata as perspectivas CTS. Enquanto a oitava posição não aborda conceitos de ciências. Os currículos que estão até a quarta

posição, buscam abordar mais conceitos científicos e a partir da quinta posição, as inter-relações CTS começam a se mostrar mais explícitas.

Trazendo correlações com o novo Ensino Médio, a sexta e sétima posições são as que têm uma maior proximidade, por buscar interdisciplinaridade entre áreas. Esse destaque pode ser percebido na BNCC:

As aprendizagens essenciais definidas na BNCC do Ensino Médio estão organizadas por áreas do conhecimento (Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas), conforme estabelecido no artigo 35-A da LDB. [...] as áreas do conhecimento têm por finalidade integrar dois ou mais componentes do currículo, para melhor compreender a complexa realidade e atuar nela (BRASIL, 2018. p.469-470).

Desta forma, esse trabalho busca de certa forma se aproximar das categorias 6 e 7 detalhadas no **QUADRO 1**, pois é o currículo que deveríamos em tese estar desenvolvendo nas escolas. No tópico a seguir iremos apresentar a sequência didática que teve como base nos aspectos da perspectiva CTS.

2.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA: DEFINIÇÕES E APLICAÇÕES PRÁTICAS da perspectiva CTS

Sequência didática (SD) possui algumas definições, das quais destaca-se a relatada por Zabala (1998, p.18 *apud* LIMA; MOZZER 2019, p. 85): “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores quanto pelos alunos”. A literatura relata o uso de sequências didáticas que foram aplicadas no ensino de ciência, como Silva e Pataca (2018), Andrade e Mozzer (2017) e Lima (2019).

O objetivo da utilização da SD se dá devido à dificuldade de os estudantes do Ensino Médio não conseguirem “captar” determinados assuntos de forma integral, sendo assim, o uso de ferramentas que venham contribuir positivamente tanto para o professor como para o estudante é essencial para um bom resultado no processo de ensino e aprendizagem. Ainda sobre a dificuldade dos estudantes em sala de aula, vale salientar a de não conseguir correlacionar o conteúdo com o seu dia a dia, uma das possibilidades para

sanar esse problema a literatura relata o uso de Questões Sociocientíficas (QSC), como Lima e Mozzer (2019) e Andrade e Mozzer (2017).

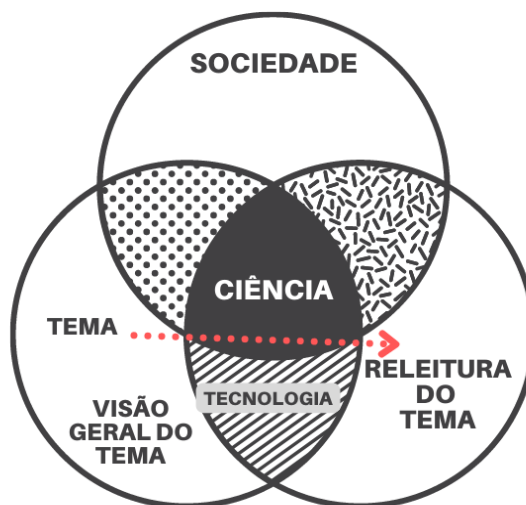
A articulação CTS em processos de ensino e aprendizagem deve seguir a reestruturação em quatro eixos, segundo Silva e Marcondes (2015):

1. Situação-problema ou tema – identificado pelo título dado à unidade didática e atividade de abertura. Verificou-se a presença de um tema ou ocorrência de uma problematização;
2. Visão geral do problema ou tema – parte do instrumento que permite a análise das informações que explicitam o tema ou problema abordado, e as relações com aspectos das áreas CTS que a unidade possa trazer em sua estrutura;
3. Conhecimento específico da Química – procurou-se verificar se o conhecimento da química tratado na unidade do professor estabelece relação forte, média ou fraca com o tema ou problema;
4. Nova leitura do tema ou problema – analisou-se se a unidade didática retoma alguma discussão sobre o tema ou problema ou não, apresenta nova situação que amplia os entendimentos sobre o problema ou, ainda, apresenta nova situação provocativa com vistas a resolver o problema (Silva, Marcondes, 2015, p. 68).

De forma resumida, tem-se que o tema está estruturado na perspectiva CTS tendo a QSC como um ponto de partida e a sua resolução passa por dentro do conceito científico, aqui no caso, conceito químico, é interessante fazer com que se perceba a análise através dos estudantes, suas visões de forma aberta sobre esse tema antes de ser conectado com o conteúdo científico, para que se consiga perceber também as ligações da sociedade e da tecnologia com o problema em questão. Após isso, busca-se que se tenha uma nova releitura do tema, com novas visões por parte dos estudantes.

Silva e Marcondes (2015), Santos e Schnetzler (2015) esquematizaram conforme na **Figura 7**.

Figura 4: Instrumento para análise das SD



Fonte: Adaptado de Silva e Marcondes (2015), Santos e Schnetzler (2015).

O esquema descrito anteriormente é uma base para elaboração dos currículos CTS descritos por Aikenhead (1994), o presente trabalho levou em consideração o currículo CTS “Ciências com conteúdo de CTS” em que o foco principal é o tema CTS e o conteúdo científico é abordado para enriquecer o momento de aprendizagem e embasar a discussão. Sendo assim, a aplicação da SD continua com o foco de trazer a oportunidade de desenvolver no estudante a construção do pensamento crítico na esfera social, na esfera científica trazendo a visão geral do tema fazendo com que seja também o elo entre a Tecnologia e a Ciência e por fim, fazendo a releitura do tema social para realizar um debate apurar a construção de saberes.

Com isso, temos a primeira categoria para análise dos objetivos de aplicação da pesquisa que é trazer o conteúdo CTS como foco principal. De acordo com Castro (1976) o uso da SD permite um aprendizado sequencial, “por unidades”, pois desta forma o conteúdo é abordado de forma contínua, sem hiatos, o que permite ao estudante um foco no que realmente importa.

2.5 DISCUTINDO A QSC: A OBTENÇÃO DE OXIGÊNIO E NECESSIDADE PARA A MANUTENÇÃO DA VIDA ACOMETIDAS PELO SARS-COV-2

Neste tópico discorreremos sobre aspectos científicos, tecnológicos e sociais referentes à necessidade de utilização do gás oxigênio em pacientes

acometidos pelo Sars-CoV-2, com problemas respiratórios graves, para assim enfatizar o potencial dessa temática como QSC no ensino de Química, uma vez que contempla aspectos diversos, que vão além de uma discussão meramente conceitual sobre o tema. Reconhecendo a importância da discussão de perspectivas científicas, tecnológicas e sociais que envolvem conceitos imbricados no currículo de Química voltado para a educação básica.

2.5.1 Aspectos sociais

O oxigênio é importante para a manutenção e sobrevivência de diversos seres vivos, inclusive dos humanos. Na respiração, os organismos vivos comumente utilizam o oxigênio de forma controlada para suprir as suas necessidades energéticas. A oxi-hemoglobina, proteína ligante do sangue é capaz de transportar 220 mL de O₂ por cada litro de sangue, dos alvéolos até os tecidos, em quantidade suficiente para atender à demanda energética das células na realização de suas funções metabólicas. Esses processos bioquímicos refletem na manutenção da vida e no desenvolvimento saudável dos indivíduos.

Quando o indivíduo apresenta alguma disfunção de utilização, transporte e reserva de oxigênio, pode-se comprometer sua saúde levando-o até mesmo a morte. Durante a pandemia do COVID-19 um dos comprometimentos decorrentes do vírus Sars-CoV-2 nos indivíduos acometidos é baixa saturação de oxigênio (SpO₂), isto é, a reduzida porcentagem de oxi-hemoglobina, proteína que leva oxigênio dos pulmões para os tecidos, devido ao comprometimento da função pulmonar (CERQUEIRA et al, 2022). Em adultos, níveis de SpO₂ entre 95-98% são determinados como normais; estando abaixo de 90%, já se faz necessário suporte de oxigênio. Nessas situações os pacientes devem contar com o auxílio de respirados artificiais que demandam uma concentração controlada de oxigênio (CERQUEIRA et al, 2022).

O tratamento de doenças agudas reversíveis é, em geral, de competência das Unidades de Terapia Intensiva (UTIs). Para esses casos, a primeira instância é garantir os níveis de oxigênio arterial adequados para evitar hipóxia tecidual. A doença causada pelo SARS-CoV-2 leva os pacientes a um estado de Severa Síndrome Respiratória Aguda, com sintomas diversos, mas, em casos graves da COVID-19, com a

necessidade de intubação e intubação do paciente para ventilação mecânica. Esse quadro clínico, denominado pela classe médica por Hipóxia silenciosa, merece atenção, principalmente nos primeiros estágios da infecção, de modo a evitar o comprometimento do sistema respiratório. (CERQUEIRA et al, 2022)

Muitas técnicas e conceitos científicos refletem nos procedimentos que devem ser adotados quando estamos diante de situações que requerem a utilização do oxigênio e sistemas respiratórios para pessoas acometidas com doença respiratórias agudas. No contexto do conhecimento químico podemos frisar os tipos de reações químicas que podem produzir níveis significativos de oxigênio.

2.5.2 Aspectos científicos

As reações químicas possuem diversas definições, porém, alguns livros didáticos usam a definição que busca distinguir fenômenos físicos de fenômenos químicos. Fenômenos físicos como aqueles que são reversíveis e fenômenos químicos como os irreversíveis, parte daí então a definição de reação química, como um fenômeno irreversível.

Uma definição de reação ou fenômeno químico que destacamos é a inserida no livro Química cidadã dos autores Santos e Mól (2016):

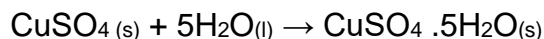
Os processos em que não ocorrem mudanças na constituição das substâncias presentes no material são denominados processos físicos. Os processos, em que ocorrem mudanças na constituição do material por causa de formação de nova(s) substância(s), são denominados transformações químicas, também chamados reações químicas (SANTOS, MÓL, 2016. p. 12)

Ou como aponta Feltre (2004)

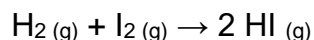
As transformações físicas ou fenômenos físicos não modificam a natureza do material. Os átomos, íons ou moléculas, não são alterados; eles são apenas agitados, desarrumados, reordenados etc. É o caso, por exemplo, das mudanças de estado físico [...] a queima do carvão. O fenômeno não é mais “passageiro”, isto é, depois de queimado, não é possível recuperar o carvão inicial (dizemos também que o fenômeno é irreversível). Essa é uma transformação, fenômeno ou reação química (FELTRE, 2004, p.61).

De acordo com Lopes (1995) essa distinção é um equívoco, pois diversos fenômenos, tais como rasgar uma folha de papel ou até dobrar uma barra de aço são fenômenos que não podem ser desfeitos, e mesmo assim não constituem novas substâncias. Em contrapartida a hidratação do sulfato pode

ser um processo reversível e não se considera um processo físico, como apresenta a equação química a seguir:



Um outro exemplo que pode-se inferir é a reação envolvendo hidrogênio gasoso e iodo, que pode ser facilmente revertida alterando-se a temperatura do meio reacional, porém não considera-se um fenômeno físico.

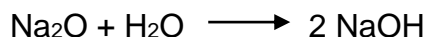


As reações químicas possuem classificações, como reações inorgânicas e reações orgânicas. Dentro dessa classificação, vamos abordar as reações inorgânicas, a saber, as reações de síntese, reação dupla troca e reação de decomposição.

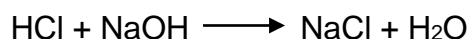
De acordo com Feltre (2004) reações de síntese ocorrem quando duas ou mais substâncias reagem, produzindo uma única substância mais complexa. Exemplo:



A reação de síntese ainda pode ser classificada como síntese parcial ou síntese total. Na reação de síntese parcial os reagentes são substâncias simples. Já na reação de síntese total os reagentes são substâncias compostas, como no exemplo a seguir.



Outro tipo de reação é a reação de dupla troca que de acordo com Feltre (2004). Ocorrem quando dois compostos reagem, trocando entre si dois elementos ou radicais e dando origem a dois novos compostos. Como no exemplo a seguir.



Por fim, destaca-se a reação de análise ou decomposição, que de acordo com Feltre (2004) Ocorrem quando uma substância se divide em duas ou mais substâncias de estruturas mais simples. Como no exemplo a seguir.



As reações de decomposição são bastante utilizadas em laboratório e aeronaves para produção de gás oxigênio. Como exemplo da reação a seguir:



As reações descritas neste tópico fazem parte de um conjunto de reações que são denominadas as reações inorgânicas. Essas reações são parte do objetivo de ensino da presente pesquisa.

2.5.3 Aspectos tecnológicos: A produção do Gás oxigênio nas indústrias

Na indústria a matéria prima para produção do gás oxigênio é próprio ar atmosférico, que possui composição dos seguintes gases: 78% de gás nitrogênio (N₂), 21% de gás oxigênio (O₂), 0,95% de argônio. É possível encontrar outros gases, porém em menor porcentagem, a literatura relata traços de Neônio (Ne), Hélio (He), Criptônio (Kr) e Xenônio (Xe) estão presentes em pequenas quantidades (SMITH, KLOSEK, 2001).

Para a produção de oxigênio, faz-se necessário a remoção de impurezas, entre elas o dióxido de carbono, hidrocarbonetos, traços de gases nobres, sólidos em suspensão etc. Para dar início a primeira etapa de um processo de separação de ar se começa a remover as partículas sólidas em suspensão através de filtros utilizados na captação do ar atmosférico pelo compressor (SANTOS, 2018). O ar é então direcionado para uma etapa do processo conhecida como unidade de pré-purificação onde o vapor de água residual, o dióxido de carbono e hidrocarbonetos são removidos. A corrente de ar é resfriada no trocador criogênico principal e é direcionado para uma área que exerce alta pressão e posteriormente segue para uma outra área que exerce baixa pressão e assim, faz a separação do nitrogênio do oxigênio (KIRCHNER, LOCHNER, DOWY, 2012; SANTOS, 2018).

2.5.4 Aspectos políticos, econômicos, éticos e morais

Como forma de contemplar aspectos sociais não seria possível deixarmos de analisar os aspectos políticos, que por consequência está atrelado aos aspectos econômicos, éticos e morais. Tendo como ponto de partidas a política, de acordo com matéria publicada pelo site do senado, o ex-ministro da saúde Eduardo Pazuello nega que a culpa da crise tenha sido do governo federal e transfere tal responsabilidade para secretaria de saúde do estado do Amazonas junto com a empresa detentora da produção de oxigênio do estado manauara. Como pode-se destacar trecho da entrevista a seguir:

A empresa White Martins, que é a grande fornecedora, já vinha consumindo sua reserva estratégica e não fez essa posição de forma clara. O contraponto disso é o acompanhamento da Secretaria de Saúde, que não o fez. Se tivesse acompanhando, teria descoberto que estava sendo consumida a reserva estratégica. A responsabilidade quanto a isso é clara: é da Secretaria de Saúde do Amazonas. Da nossa parte, fomos muito proativos.” (Agência Senado, 2021).

Entretanto, indo na contramão da notícia destacada acima, em matéria⁴ publicada pelo jornal “PODER 360” há indícios que o Ministério da Saúde recebeu dados seis dias antes da crise eclodir, ou seja, o governo federal estava a par da situação. Os hospitais públicos, geridos pelo SUS⁵ tem suas gestões compartilhadas entre prefeituras, Estado e governo federal, no caso do estado de Manaus, as prefeituras possuem papel minoritário nos leitos de internação, ficando então a gestão dividida entre o estado e o governo federal. De acordo com João Otacilio Libardoni dos Santos, professor da UFAM (Universidade Federal do Amazonas) e conselheiro do Conselho Estadual de Saúde do Amazonas, os governos estadual e federal não se posicionaram diante do caso da forma correta por não haver planejamento, fiscalização atrelado ao negacionismo em desacreditar na gravidade causada pela pandemia, o que ocasionou reação desorganizada e lenta frente a crise.

A matéria destaca ainda que os governos estadual e federal transferem a culpa entre si, o que no ápice da crise prejudicou o enfrentamento ao problema e busca por solução.

⁴ A sucessão de erros que levou à crise de oxigênio em Manaus (poder360.com.br) - <https://www.poder360.com.br/brasil/a-sucessao-erros-manaus-dw/>

⁵ Sistema único de Saúde

Desta forma, fica notório que a crise antes de ser um problema epidemiológico era também um problema político, visto que, os governantes poderiam ter tomado decisões que poderiam amenizar a crise, como exemplo as rodovias federais que não apresentavam condições seguras de trafegar e ocasionava na demora de abastecimento dos hospitais, não sendo possível receber ajuda de forma emergencial de cidades vizinhas ou estados.

No contexto econômico algo que se pode pontuar é a centralização da produção do gás oxigênio medicinal que fica na responsabilidade da empresa, White Martins, no estado de Manaus, tanto para os hospitais públicos como também para os hospitais privados.

2.1. O USO DE SD NO ENSINO DE REAÇÕES INORGÂNICAS: O QUE DIZEM OS TRABALHOS.

O uso de ferramentas que tornem o aprendizado cada vez mais significativo tem sido uma das fontes em que os professores buscam para sair do método tradicional de escrever, falar e o estudante ouvir e balançar a cabeça como forma de que entendeu o assunto. Uma dessas ferramentas é a SD, a literatura relata diversos trabalhos que a utilizaram e obtiveram resultados satisfatórios.

Para conhecer a utilização de SD no ensino das reações inorgânicas, realizamos uma breve busca não sistemática no portal de periódico da CAPES, no período que compreende 2019 a 2022, como o resultado da quantidade de trabalhos encontrados não foi satisfatório, a busca foi estendida para o ano de 2012 a 2018. Para tanto fez uso do sistema de filtros e pesquisa de descritores para selecionar os trabalhos. Tais como: palavras-chave, ano de publicação, autores, periódicos, etc. Os trabalhos mapeados estão dispostos no quadro 2 a seguir.

Quadro 2: Trabalhos mapeados no levantamento bibliográfico.

TÍTULO DO TRABALHO	AUTORES)	ANO	Trabalho
Sequências didáticas potencialmente significativas com enfoque CTS: uma proposta para qualificar o ensino de reações químicas.	Luana Carla Zanelato do Amaral	2016	I

ENSINO DE BIOLOGIA E QUÍMICA NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR: sequência didáticas sobre metabolismo energético e reações químicas	Anna Cássia de Holanda Sarmento Cássia Regina Reis Muniz, Jorge Bugary Teles Junior, Valter Alves Pereira, Tânia Costa Caldas, Thiago Serravalle de Sá, Ana Lucia Albuquerque Pereira Costa Amarante, Natália Rodrigues da Silva Vânia Jaciara Bispo Costa, CharbelNiño El-Han	2012	II
Produção de Repelentes Naturais: uma oficina temática na abordagem C-T-S para o ensino de Química durante o Estágio Supervisionado	Assicleide da Silva Brito, Gabriel Nery Nascimento, Marcelo Alves Lima Junior.	2020	III
Análise de uma Sequência de Ensino e Aprendizagem (SEA) sobre Ácidos e Bases pautada na perspectiva Ciência- Tecnologia-Sociedade (CTS)	Maria Daiane da Silva Monteiro, Bruna Herculano da Silva Bezerra.	2020	IV

Fonte: O Autor (2021)

Na discussão dos trabalhos consideramos aspectos como objetivo, metodologia e os resultados esperados ou obtidos (à depender do autor). O primeiro trabalho apresenta como objetivos tópicos concernentes ao enfoque CTS, como desenvolver habilidades nos estudantes de participação cidadã, além de buscar o entendimento dos estudantes em observação as características CTS estarem estritamente ligadas ao conteúdo científico trabalho em sala de aula. A pesquisa tem um cunho qualitativo. A participação dos estudantes é apresentada no corpo do trabalho como fermenta de dados, uma espécie de termômetro da aplicação do projeto.

No segundo trabalho, os autores Sarmento *et al* (2012) apresentaram uma proposta de SD interdisciplinar que faz parte do programa de pesquisa de uma rede colaborativa de professores do Ensino Médio e pesquisadores, envolvendo Biologia e Química, com SD distintas em alguns aspectos, porém ambas com o objetivo de buscar integralizar conteúdos que podem se tornar aliados em sala de aula para melhor compreensão por parte dos estudantes. Os autores descrevem que embora utilizando a SD, alguns estudantes demonstravam após a aplicação, dificuldades como exemplo de identificar produtos e reagentes de uma reação química. O tipo de pesquisa qualitativa foi conduzida no contexto real da sala de aula. Como resultado os autores esperam que o trabalho elaborado possa ser aplicado e que traga resultados dentro de uma construção de inovações educacionais.

O trabalho III frisou no desenvolvimento de oficinas temáticas sobre os riscos do *Aedes aegypti* à saúde humana, no primeiro ano do Ensino Médio delimitando atividades múltiplas que articulassem objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais. Dentre as ações destacamos a produção de repelentes naturais por parte dos estudantes participantes e a comparação da ação repelente com produtos comercializados para essa finalidade. Os resultados obtidos apontam que a capacidade crítica e reflexiva dos estudantes foi evidenciada ao longo da oficina uma vez que os estagiários, sempre abriram espaço para a discussão e debate. E os alunos conseguiram sistematizar em cartazes como o reconhecimento de aspectos científicos, sociais e tecnológicos sobre o tema pode contribuir para combater, entender e enfrentar os agravos a saúde provenientes do contato com o mosquito *Aedes aegypti*.

O trabalho IV objetivou reconhecer as contribuições e limitações de uma Sequência didática balizada pela perspectiva CTS, para a compreensão tanto dos conceitos de ácidos e bases e as relações CTS imbricadas nessas discussões. A sequência didática contou com atividades em que articulavam as concepções prévias com os conceitos químicos sobre ácidos e bases, partindo de problemáticas reais como chuva ácida e seus efeitos na degradação do solo e das paisagens naturais e artificiais, contemplando sempre as vozes dos estudantes nas discussões dialogadas e práticas experimentais. Nesse tocante, percebemos que sequências didáticas na perspectiva CTS no âmbito da sala de aula pode aprimorar o sentido que a química tem para os estudantes, uma vez que eles podem reconhecer e buscar soluções para problemas que envolvem a discussão do conhecimento químico na prática.

A revisão de literatura mesmo sendo pontual e de pequena escala, foi eficiente para reconhecermos como a construção de sequências didáticas com enfoque CTS vêm sendo realizada na área de química e conseguinte como podem corroborar para a contextualização da química e auxiliar na formação de estudantes que reconhecem como esse conhecimento científico pode oportunizar discussões e debates sobre questões que pairam sobre a atualidade, contribuindo para a inserção de competências e habilidades que vão além do âmbito escolar e podem levar a formação de sujeitos ativos na

sociedade. Esses dados, junto com as interpelações teóricas realizadas subsidiaram algumas das delimitações metodológicas da pesquisa presente, que seguem no tópico seguinte.

3 METODOLOGIA

Nesta pesquisa foram abordadas características de uma pesquisa qualitativa, visto que buscamos o posicionamento dos estudantes a respeito de um tema social que fez parte do momento vivido no período da pesquisa. Esta sequência didática foi pensada e desenvolvida seguindo critérios da perspectiva CTS. De acordo com Godoy (1995) a pesquisa qualitativa possui características que são intrínsecas, como a percepção de um fenômeno, analisando o seu contexto e a visão de diferentes participantes. Corroborando com essa ideia, Gil (2008) defende que cabe ao pesquisador coletar as informações sempre levando em conta os pontos de vista que irão fazer parte da coleta de dados. Como ferramenta de coleta foram utilizados questões norteadoras, questão sociocientífica, questionário com respostas discursivas e produção de *podcast*⁶.

3.1 CONTEXTO E SUJEITOS DA PESQUISA

Partindo da perspectiva CTS foram propostas atividades em 5 aulas com duração de 50 minutos cada, em modo presencial, embora algumas escolas da região estavam em formato híbrido devido as condições pandêmicas. Essas atividades propostas foram realizadas em uma turma da primeira série no Ensino Médio, com número de 5 alunos, esse fato se deve por ser uma proposta educacional da escola, que subdivide as turmas, a fim de deixar os estudantes que vislumbram ir para áreas de exatas e/ou saúde formando uma mesma turma, assim como estudantes das ciências humanas formam outra turma. Turma essa, pertencente a um colégio da rede privada de ensino, localizado na zona norte do Recife, escola que possui três turmas do Ensino Médio, um total de 44 alunos. O conteúdo abordado foi reações inorgânicas.

As atividades propostas na pesquisa foram desenvolvidas como atividades da disciplina de Estágio Supervisionado. Iniciando no estágio I e sendo finalizada no estágio supervisionado II. De acordo com Neto e Santiago

⁶Podcast é um conteúdo em áudio, disponibilizado através de um arquivo ou streaming, que conta com a vantagem de ser escutado sob demanda, quando o usuário desejar. Pode ser ouvido em diversos dispositivos, o que ajudou na sua popularização, e costuma abordar um assunto específico para construir uma audiência fiel.

(2015) o estágio na formação docente revela as diversas perspectivas da formação de futuros docentes, ainda contribuem para que se compreenda as finalidades sociais e históricas da educação básica e também da educação superior.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta perspectiva, a educação busca alcançar um ensino mais participativo, humanizado e menos focado no tecnicismo e para isso utiliza a contextualização e criticidade (AULER; BAZZO, 2001; AULER; DELIZOICOV, 2006; MERCHÁN, 2011). Para a elaboração da sequência didática foram seguidas as etapas da perspectiva CTS destacada por Aikenhead (1994), onde inicialmente se introduz uma questão social, em seguida apresenta-se uma tecnologia que esteja relacionada ao tema social, para assim, definir o conteúdo com base no tema e na tecnologia introduzida. O assunto a ser abordado servirá de base para estudo das aplicações da tecnologia e por fim se retoma a questão social novamente a fim de criar uma reflexão não apenas sobre o conteúdo como também sobre a QSC

Quadro 3: Aulas e atividades

Aula	Objetivo	Atividade	Recurso utilizado	Tempo de aula
1	- Identificar dificuldades relacionadas ao assunto abordado.	- Questionário para diagnóstico de concepções prévias. (Quadro 4) – (Atividade realizada de forma presencial - Introdução da questão sociocientífica.	- Questões enviadas em formato de documento digital. (PDF) - Reportagens BBC, FIOCRUZ. <u>Para além de Manaus, pandemia provoca crise do oxigênio em três continentes – BBC News Brasil</u>	50 minutos

2	<p>- Identificar até que ponto os estudantes conhecem o tema social.</p>	<p>- Questionário referente a questão sociocientífica. (Questões norteadoras) (Quadro 6).</p> <p>- Pesquisa relacionada como que é fabricado o oxigênio hospitalar. (Atividades realizadas individualmente)</p>	<p>- Celular, <i>iPad</i>, <i>notebook</i>.</p> <p>- Plataforma do <i>youtube</i>;</p> <p>- Acesso à internet;</p> <p>- Quadro;</p> <p>- Marcador para quadro branco;</p>	50 minutos
3	<p>- Identificar possíveis lacunas conceituais nos estudantes.</p>	<p>- Através de discussão em grupos estudantes devem responder qual o melhor método para se produzir oxigênio. (Atividade em momento de aula expositiva)</p> <p>- (Momento destinado caso seja necessário fazer uma breve revisão de assuntos prévios que são importantes para o entendimento das reações. Ex: ácidos, bases e sais)</p>	<p>- Celular, <i>iPad</i>, <i>notebook</i>.</p> <p>- Plataforma do <i>youtube</i>;</p> <p>- Acesso à internet;</p> <p>- Quadro;</p> <p>- Marcador para quadro branco;</p>	50 minutos
4	-	<p>- Exibir um vídeo aos estudantes como é produzido oxigênio dos aviões através de uma reação química, do tipo análise ou decomposição.</p> <p>- Introdução as reações inorgânicas a partir do tópico anterior.</p>	<p>- Postagem da rede social Instagram (Postagem previamente selecionada.)</p> <p>- Plataforma do <i>youtube</i>;</p> <p>- Livro texto</p> <p>- Acesso à internet;</p>	50 minutos
5	<p>- Discutir com os estudantes as formas de produzir oxigênio</p> <p>- Estimular o pensamento crítico diante de situações que envolvam conceitos de cunho científico;</p>	<p>- Através de aula expositiva retomar o conteúdo “Reações inorgânicas” a fim de concluir a abordagem aos tipos de reações.</p> <p>- Retomar a QSC, fazendo uso do que foi aprendido sobre reações.</p> <p>- Através de discussão em grupos os estudantes devem responder se seria possível utilizar alguma reação das que foram aprendidas na produção de oxigênio em larga escala.</p> <p>- Gravação de podcast com tempo máximo de 15 minutos.</p>	<p>- Reportagens BBC, FIOCRUZ. Para além de Manaus, pandemia provoca crise do oxigênio em três continentes - BBC News Brasil</p> <p>- Celular, <i>iPad</i>, <i>notebook</i>.</p>	50 minutos

Fonte: O Autor (2021)

De acordo com Gil (2008), o questionário pode ser considerado como uma técnica investigativa que irá auxiliar na obtenção de informações e que as opiniões dos pesquisados não sofrerá influência das opiniões de aspecto pessoal do entrevistador. Diante disso, na aula os estudantes tiveram 25 minutos para responder um questionário que serviu de diagnóstico prévio, o questionário serviu também para que após aplicação do projeto fosse possível acompanhar a evolução dos estudantes através das respostas. O envio das questões se deu através de uma plataforma online, já utilizada na escola para fins pedagógicos.

Os estudantes foram desafiados a responder oito questões abertas, como descrito no quadro 4, sem pesquisa, sem consulta ao colega ou ao professor. O uso de questões abertas possibilita uma amplitude na liberdade de respostas, embora nem sempre essa condição seja seguida à risca e as respostas oferecidas podem não ser relevantes para a intenção do pesquisador (GIL, 2008). O autor também defende que o número de questões seja delimitado de forma rigorosa para que não se tenha um cansaço ao responder a um excessivo número de questões e que sejam inclusas perguntas que sejam extremamente necessárias para o objetivo da pesquisa (GIL, 2008).

Quadro 4: Questionário prévio

Questões
QUESTÃO 1 - O que é o oxigênio?
QUESTÃO 2 - Como é produzido o oxigênio?
QUESTÃO 3 - Qual a diferença do Oxigênio utilizado em hospitais para o oxigênio industrial?
QUESTÃO 4 - Qual a composição do ar atmosférico?
QUESTÃO 5 - Qual o país que mais produz oxigênio?
QUESTÃO 6 - Quantas empresas produzem oxigênio no país?
QUESTÃO 7 - Quais os tipos de contaminantes podem ser encontrados no oxigênio?
QUESTÃO 8 - Qual região é mais beneficiada com as indústrias produtoras de oxigênio?

Fonte: O Autor (2021)

O objetivo de utilizar-se a questão sociocientífica é de trabalhar temas controversos, de modo que possa haver uma contribuição para educação contextualizadora, multidisciplinar ou interdisciplinar (CONRADO, 2018). Vale salientar que, o uso de QSC estimula os estudantes se tornarem participantes da solução de um problema, ou de estarem presentes em um debate, a respeito de um tema que está inserido no contexto social e/ ou político. Por isso, ainda na **Aula 1**, foi introduzida a questão sociocientífica fazendo o link do

questionário, perguntando aos estudantes qual acontecimento recente poderia ser relacionado.

Para abordar o tema sociocientífico foi utilizado um texto Quadro 5, o texto base para introdução a QSC, teve como referência matérias publicadas nos sites da FIOCRUZ⁷ e BBC⁸. Após leitura do texto base, os estudantes debateram junto com o professor a respeito do que sabiam sobre o tema.

Quadro 5: Texto base para introdução a QSC

As mortes causadas pela falta de Oxigênio no Brasil em decorrência da pandemia da covid-19!

Em Manaus (BR), o sistema de saúde da cidade entrou em colapso duas vezes durante a pandemia e as mortes dobraram entre dezembro e janeiro, levando o governo local a anunciar planos para abrir 22 mil novos túmulos. Mas os hospitais e clínicas do Brasil não são de forma alguma os únicos lutando por suprimentos de oxigênio. No México, onde mais de 152 mil morreram na pandemia, houve relatos de roubos de cilindros de oxigênio de hospitais e clínicas. Em um caso, dois homens foram presos depois que um caminhão carregado com cilindros de oxigênio roubados foi encontrado ao norte da capital, Cidade do México - México.

Os dias de terror vividos por Manaus em janeiro — com a morte de pacientes por asfixia devido à falta de oxigênio nos hospitais, à ausência de vagas em UTIs e à chegada de uma nova variante mais transmissível do vírus — são uma tragédia difícil de esquecer e ainda longe de acabar. Foram muitos os relatos de desespero e incontáveis as imagens de dor daqueles que tentavam buscar por conta própria cilindros de oxigênio para que seus familiares não morressem sufocados, enquanto médicos no limite da exaustão precisavam decidir quem receberia oxigênio suplementar, levando em conta as chances de sobrevivência. “Os hospitais de Manaus viraram câmaras de asfixia”, resumiu na coluna de Mônica Bergamo, da Folha de São Paulo (14/1), o pesquisador da Fiocruz, Jesen Orellana, que há tempos vem denunciando a situação na região.

Fonte: Adaptado FIOCRUZ (2021), BBC (2021).

Para aula 2 o objetivo foi identificar o quanto os estudantes poderiam conhecer sobre o tema, após o debate, sendo assim foi enviado digitalmente o questionário 2, Quadro 6, questionário composto por quatro perguntas mais objetivas e direcionadas tanto ao tema como a conceitos científicos. Os estudantes tiveram 25 minutos para responder o questionário e as respostas foram enviadas também de forma digital na mesma plataforma ao qual o questionário foi disponibilizado. Após o envio das respostas pelos estudantes

⁷ Fundação Oswaldo Cruz

⁸ A British Broadcasting Corporation é uma corporação pública de rádio e televisão do Reino Unido fundada em 1922.

foi realizada uma análise das respostas, visto que a sala possui um número reduzido de estudantes, com isso foi possível tecer breves comentários em algumas respostas específicas a fim de ampliar o campo de debates sobre a forma de produção do oxigênio, como também quais seriam os possíveis pontos responsáveis pela falta de oxigênio nos hospitais. Ainda nesse momento da SD, foi possível mostrar aos estudantes a composição do ar atmosférico, um ponto importante para sanar possíveis dúvidas que poderiam ser geradas nos momentos seguintes do projeto.

Quadro 6: Questionário referentes a QSC.

Questões

Questão 1 – Quais os fatores e/ou causas que permitiram acabar o oxigênio em alguns hospitais?

Questão 2 - Haveria diferença em se dizer falta de Oxigênio ou falta de ar? Justifique

Questão 3 – Em termos de porcentagem qual a composição do Ar atmosférico e quais substâncias químicas podem ser encontradas?

Questão 4 – Dentre as formas de produção do oxigênio, qual a utilizada para produção de oxigênio utilizado por aviões?

Fonte: O Autor (2021)

No questionário 2, a pergunta de número 4 é direcionada ao subtema pois partindo dela poderá ser abordado um dos tipos de reações inorgânicas, como também seria possível fazer a comparação do volume de oxigênio produzido neste tipo de reação que é utilizada em aviões e o volume de oxigênio que demanda um hospital.

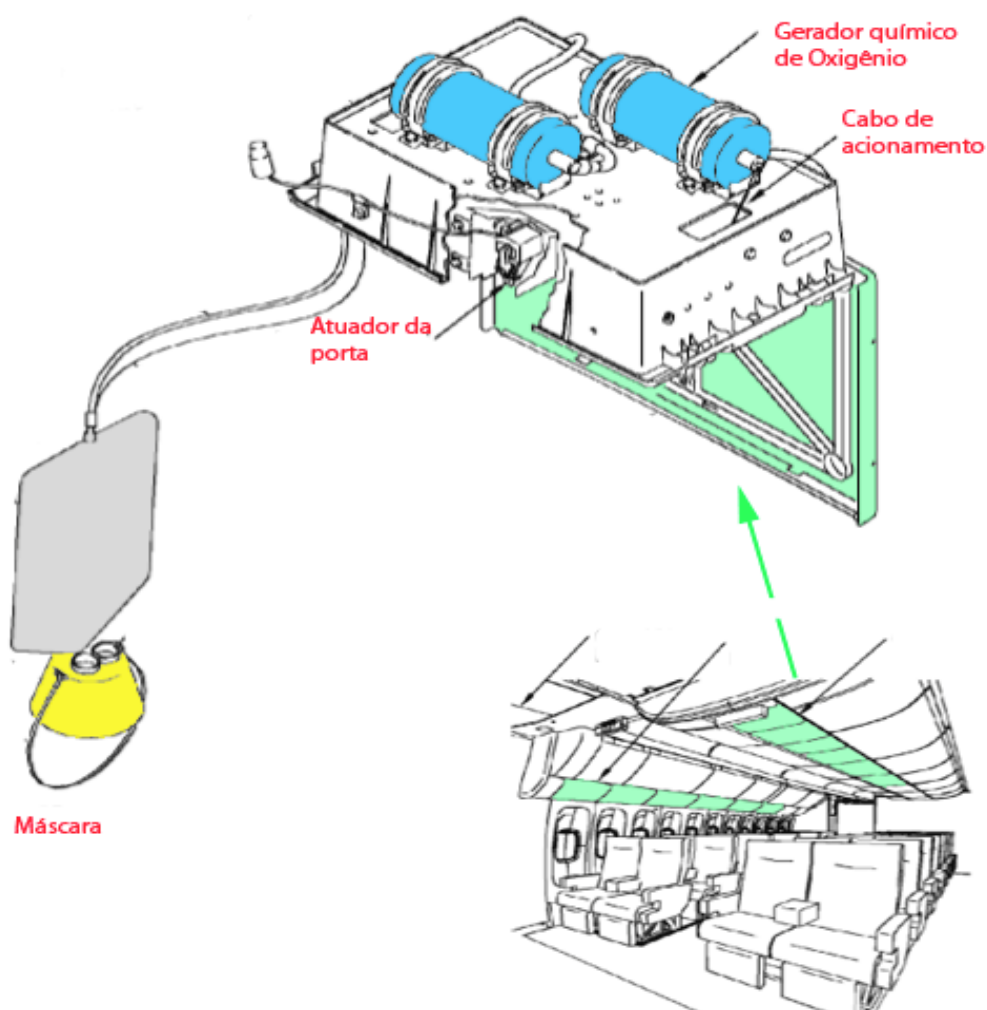
Diante das possibilidades oferecidas na escola foi solicitado aos estudantes que realizassem uma pesquisa, como um segundo momento da **aula 2**. Nesta pesquisa o objetivo é que o estudante comece a descobrir formas de produção de oxigênio, mesmo que não seja em larga escala. A pesquisa em sala de aula seguida de debate é de fundamental importância no processo de ensino e aprendizagem, visto que incentiva ao estudante confrontar a informação que lhe fora apresentada previamente, sendo assim, o ato de pesquisar poderá aguçar as reflexões, os questionamentos e a argumentação. O ato de pesquisar também será um fator determinante na vida do estudante de Ensino Médio, pois de certa forma antecede uma prática muito vivenciada no ensino superior (RODRIGUES, 2019).

Prosseguindo para **aula 3** inicia-se a primeira etapa fazendo uma pergunta verbal aos estudantes de qual seria o melhor método para produção de oxigênio, com intuito de retomar a pesquisa iniciada na aula 2. Dando sequência a aula 3, pode-se realizar um momento de relembrar conceitos que serão importantes para o aprendizado dos conceitos químicos em estudo (Reações inorgânicas), como exemplo ácidos, bases, sais e óxidos.

De acordo com Pazzini (2013) o vídeo é uma ferramenta que permite presenciar sensações e que sua utilização nos ambientes escolares auxilia na diversificação de abordagem. Utilizar vídeos ajuda tanto os estudantes como também os professores, visto que a geração atual possui um contato imediato com vídeos sejam de longa ou curta duração, sendo assim é importante fazer a ligação deste artifício com o processo de ensino e aprendizagem.

Na **aula 4**, fez-se uso do vídeo disponível no *Youtube* – “SISTEMA DE OXIGÊNIO BOEING 767 VIDEO # 45” com o objetivo de apresentar aos estudantes umas das formas de produção de oxigênio. No vídeo correspondente é mostrado que o oxigênio é produzido através de uma reação química, como mostra a Figura 4.

Figura 5: Ilustração de um gerador químico.



Fonte: site avioesemusicas.com (2021)

O vídeo em questão detalha um avião utilizado comercialmente (Boeing 767), existem diversas informações a respeito do sistema de oxigênio da aeronave como armazenamento e produção *in loco*⁹, o vídeo possui 13 minutos, porém a informação desejada se inicia aos 6 minutos e 49 segundos, sendo assim não se faz necessário assisti-lo por completo. No momento de aplicação do vídeo pediu-se aos estudantes que assistissem partindo dos 3 minutos até aos 9 minutos e 50 segundos. Após os alunos assistirem ao vídeo lhes foi perguntado se sabiam escrever a reação química citada no vídeo. A partir desse vídeo a abordagem do conceito de reações inorgânicas começou a ser trabalhada, os estudantes já haviam sido desafiados a responder como era

⁹*In loco* – Tipo de produção que ocorre no próprio local ou no local.

produzido, e no momento seguinte puderam ver umas das formas de produção. Além do vídeo, foi utilizada uma postagem da rede social *INSTAGRAM*¹⁰ a fim de trazer mais um exemplo de produção de oxigênio em aeronaves em que o processo passava por uma reação inorgânica, mais especificamente uma reação de análise ou decomposição. Em seguida, utilizando os recursos disponíveis na escola, solicitou-se aos estudantes que utilizando seus *iPads*¹¹ acessassem a rede social Instagram, mais especificamente o perfil digital por nome de “Professor Diego Florêncio”, o acesso a rede social se deu para utilizar uma publicação realizada na página em questão em que era direcionada ao oxigênio produzido em aviões através de reação química, mais especificamente uma reação envolvendo o sal cloreto de sódio, reação esta que se encaixa no tópico de reações inorgânicas de análise ou decomposição.

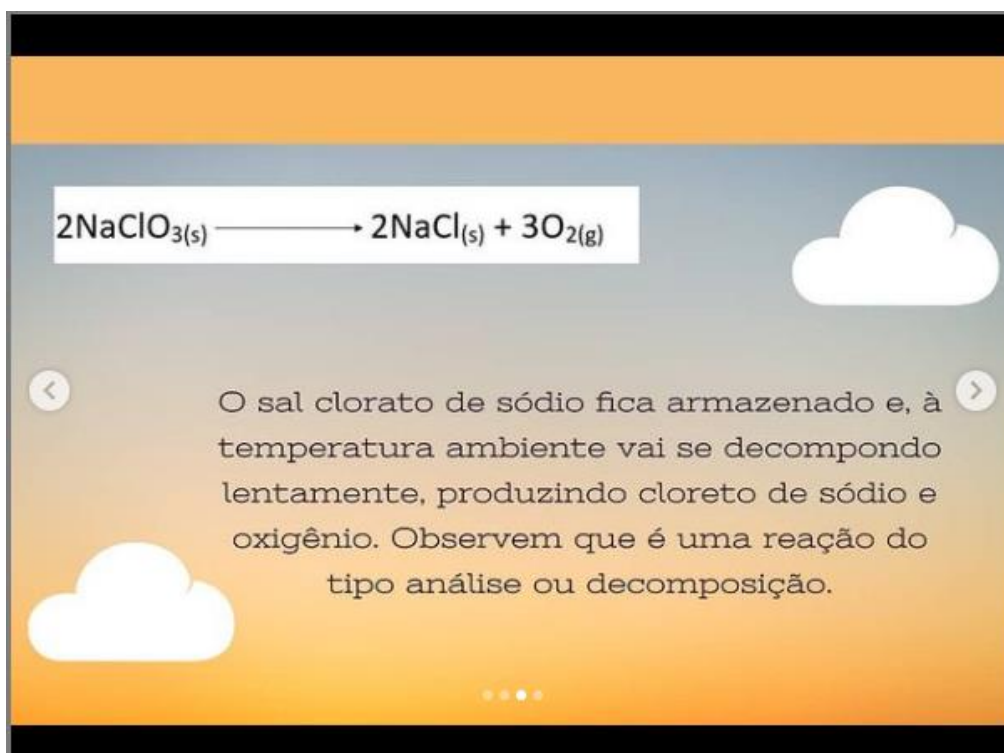
Figura 6: Publicação da rede social Instagram



Fonte: Professor Diego Florêncio (2020)

¹⁰Instagram é uma rede social visual e interativa. Possibilita o compartilhamento de imagens e vídeos de curta duração diretamente do aplicativo de celular.

¹¹iPad - Espécie de híbrido entre smartphone e notebook. Portátil, com tela sensível ao toque e totalmente multifuncional.

Figura 7: Publicação da rede social Instagram

Fonte: Professor Diego Florêncio (2020)

Após a visualização e leitura da postagem do *INSTAGRAM*® o professor realizou perguntas para criar um momento de dúvidas nos estudantes. De acordo com Barbosa (2020) as práticas pedagógicas, as formas de ensinar e de aprender tem sofrido diversas transformações devido a rede mundial de internet está a todo tempo influenciando a sociedade, a todo momento uma grande quantidade de informações são lançadas e chegam aos dispositivos em fração de segundos. Informações que chegam em diversos formatos, inclusive em fotos e vídeos. Com isso as redes sociais, que focam na divulgação de imagens e vídeos, a exemplo do Instagram, torna-se uma aliada no processo de ensino e aprendizagem, visto que os estudantes possuem um contato maior com a ferramenta e isto proporciona uma abordagem mais atrativa. No momento seguinte da aula 4 iniciou-se a abordagem ao assunto de reações inorgânicas tomando como base o tópico do momento anterior que era a produção de oxigênio nas aeronaves.

Na **aula 5** o objetivo foi retomar a QSC fazendo comparação das situações observadas no decorrer das aulas, a produção de oxigênio em escala industrial e a produção observada nos aviões. Neste sentido buscou-se a comparação dos estudantes e motivando-os responder se as formas de produção são parecidas e se a produção de oxigênio por reações de decomposição seria viável para solucionar a crise de abastecimento do oxigênio no Brasil.

No processo de avaliação a gravação de um episódio de *podcast* foi mediada pelo professor realizando as perguntas, a forma de entrevista utilizada considera-se entrevista em grupo que de acordo com Gil (2008) esse tipo de entrevista é amplamente utilizado quando se pretende proporcionar melhor a compreensão de um determinado problema, fornecer ferramentas que possam gerar argumentos a respeito do tema abordado e/ou gerar hipóteses, tudo isso tendo como um objetivo comum, a coleta de dados.

Uma outra caracterização do método de entrevista utilizado é a entrevista focalizada, de acordo com Gil (2008) essa categoria permite que o entrevistado esteja livre para expor sua opinião, porém, caso seja necessário o entrevistador poderá interferir para que se retorne ao tema abordado. A gravação foi realizada com um dispositivo móvel de forma que fosse possível captar as vozes dos participantes.

Quadro 7: Resumo de sinais utilizados durante a transcrição de trechos do podcast.

Categorias	Sinais	Descrição das categorias
1. Pausas e silêncios	(+)	Para pausas pequenas, de aproximadamente 0,5 para cada sinal (+).
2. Sobreposições localizadas.	[]	Ocorre num dado ponto do turno e não forma novo turno.
3. Dúvidas ou sobreposições.	()	Quando não se entende uma parte falada marca-se o local parênteses com a expressão <i>inaudível</i> ou <i>incompreensível</i> .
4. Alongamento de vogal.	::	Utiliza-se em prolongamentos de palavras ou expressões. Dependendo da duração os dois pontos podem ser repetidos.
5. Indicação de transição parcial	...	O uso de reticências no início ou no fim de uma transcrição significa que se está transcrevendo apenas um trecho.

Fonte: O Autor (2021)

3.3 ANÁLISE DE DADOS

Para Gil (2008) a análise de dados consiste em “organizar e resumir os dados de forma tal que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação” (GIL, 2018).

Um subsídio para a análise das falas dos estudantes foi compará-las aos parâmetros Solbes e Torres (2012). Segundo esses autores algumas competências são esperadas pelos estudantes quando discutem sobre uma QSC baseada na perspectiva CTS, como vemos no Quadro 8.

Quadro 8: Competências que se esperam de uma pessoa que compreenda as relações CTS.

Uma pessoa de pensamento crítico que aborda os aspectos CTS seria capaz de:
1. Compreender a natureza da ciência como uma atividade humana com múltiplas relações com a tecnologia, sociedade e o meio ambiente. Aceitar a existência de problemas sociocientíficos, ou seja, controvérsias que se baseiam em noções científicas.
2. Estar informado sobre o tema, não se limitar a discursos dominantes, conhecer posições alternativas, questionar a validade dos argumentos rejeitando conclusões não baseadas em evidências, detectar falácias argumentativas, avaliar a credibilidade das fontes levando em consideração os interesses subjacentes e criar argumentos sólido.
3. Estudar o problema sociocientífico de forma integral, em sua complexidade, de modo que envolvam as dimensões científica, técnica, ética, cultural, filosófica, social, econômica, ambiental, etc.
4. Avaliar e fazer julgamentos éticos em torno da QSC, levando em consideração sua contribuição para a satisfação das necessidades humanas, para a solução dos problemas do mundo.
5. Construir abordagens e conclusões devidamente fundamentadas que levem a tomar decisões informadas, a promover ações para melhorar a qualidade de vida e ser capaz de transformar a sua realidade resolvendo diferentes situações a nível pessoal, familiar e laboral.

Fonte: Solbes e Torres (2012), tradução nossa.

As competências descritas no quadro acima são vistas como parâmetros para uma abordagem CTS através de uma QSC, visto que norteiam aspectos que devem ser levados em consideração para desenvolvimento de um cidadão crítico.

3.4 ÉTICA NA PESQUISA

A ética na pesquisa foi normatizada através da resolução N° 510, de 07 de abril de 2016, que trata de questões e procedimentos que devem ser tomados nas pesquisas. O texto traz a importância da ética como uma construção humana, social e cultural além de embasar a dignidade humana.

Considerando que a ética é uma construção humana, portanto histórica, social e cultural; Considerando que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos; Considerando que o agir ético do pesquisador demanda ação consciente e livre do participante; Considerando que a pesquisa em ciências humanas e sociais exige respeito e garantia do pleno exercício dos direitos dos participantes, devendo ser concebida, avaliada e realizada de modo a prever e evitar possíveis danos aos participantes; (BRASIL,2016).

Destaca-se também da resolução as diferentes modalidades de registro como também o tratamento a respeito do consentimento dos participantes da pesquisa. Como diz o art. 15:

O Registro do Consentimento e do Assentimento é o meio pelo qual é explicitado o consentimento livre e esclarecido do participante ou de seu responsável legal, sob forma escrita, sonora, imagética, ou outras que atendam às características da pesquisa e dos participantes, devendo conter informações em linguagem clara e de fácil entendimento para o suficiente esclarecimento sobre a pesquisa. (Brasil, 2016)

Tomando como base o texto da resolução, a proposta de pesquisa foi apresentada a equipe pedagógica da escola, ao qual ofereceu total apoio, visto que, permitiu também que fosse desenvolvido durante o período do estágio supervisionado.

Em seguida, apresentou-se aos estudantes a proposta de pesquisa, dando-lhes segurança de que as atividades a ser realizadas seriam para o desenvolvimento do conhecimento adquirido por eles, tendo em vista que todo conteúdo seria apresentado nas aulas e com o conteúdo de sala de aula. Além disso, lhes foi garantido total sigilo de suas identidades e para assegurar a preservação de suas identidades, os seus nomes foram devidamente substituídos por nomes fictícios de elementos da tabela periódica, como destaca o Quadro 9 a seguir.

Quadro 9: Lista de identificação dos participantes da pesquisa e do podcast e suas devidas abreviações.

Identificação	Abreviação
Professor	P
Dúbnio	E 1
Európio	E 2
Gálio	E 3
Lítio	E 4
Rádio	E 5

Fonte: O Autor (2021)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES.

A coleta das concepções prévias foi realizada através de questionário aberto, com isso, buscava-se elencar as possíveis lacunas sobre os termos científicos e sociais que seriam de fundamental importância para as aulas futuras, além de permitir também ao professor identificar onde seria necessárias revisões de conceito científico para que não ficassem hiatos na aprendizagem do conteúdo que servirá como base do assunto alvo.

Quadro 10: Análise das respostas dos estudantes ao questionário prévio.

Questões	Categorias	Respostas
1- O que é oxigênio?	Consideram o oxigênio um gás.	E 3 – “um gás.” E 4 – “É um gás necessário para a respiração dos seres vivos.” E 5 – “um gás usado pelos seres vivos na respiração.”
	Consideram o oxigênio como um elemento da tabela periódica.	E 1 – “O oxigênio é um elemento da tabela periódica.” E 2 – “e um ametal com 8 elétrons.”
2- Como é produzido o oxigênio?	Consideram a produção de forma natural.	E 1 – “no processo da fotossíntese realizada pelo as plantas.” E 4 – “É produzido através da fotossíntese, aonde o gás carbônico, água e sais e o sol “entram” na árvore e é produzido o gás oxigênio e lipídeo.”
	Entende a produção de oxigênio de forma industrial.	E 5 – “o industrial e produzido com nitrogênio e algum tipo de pressão.”

3- Qual a diferença do Oxigênio utilizado em hospitais para o oxigênio industrial?	Consideram o oxigênio usado nos hospitais com um elevado grau de pureza.	E 1 – “O oxigênio utilizado em hospitais precisa ser extremamente puro (...)” E 3 – “que o oxigênio dos hospitais tem que ser mais “puro” já que um ser humano vai ingerir ele.” E 4 – “O oxigênio de hospitais tem mais qualidade do que o industrial.” E5 – “o oxigênio de hospital possui menos impurezas do que o industrial e menos gases.”
	Não considera o oxigênio usado nos hospitais como puros ou com determinado grau de pureza.	E 2 – “o hospital não é puro e sim misturado com outros gases, o industrial e mais perto de puro ou puro para melhor queima dos materiais”
4- Qual a composição do ar atmosférico?	Consideram que o ar atmosférico é composto por uma mistura de gases.	E 1 – “O ar atmosférico é composto por oxigênio, nitrogênio, carbono e outros gases nobres.” E 2 – “O ₂ , N ₂ CO ₂ .” E 5 – “oxigênio, gás carbônico, entre outros.”
	Destacam a poluição como composição do ar atmosférico.	E 4 – “É composto do gás oxigênio e infelizmente poluição.”
5- Qual o país que mais produz oxigênio?		E 1 – “Estados Unidos” E 2 – “França” E 3 – “Inglaterra?”
6- Quantas empresas produzem oxigênio no país?		E 1 – “2” E 2 – “1” E 3 – “cinco” E 4 – “7 empresas”
7- Quais os tipos de contaminantes podem ser encontrados no oxigênio?		E 1 – “Carbono e moléculas impuras.” E 2 – “enxofre, ferro, mercúrio neônio.” E 4 – “Contaminantes devido à poluição.”
8- Qual região é mais beneficiada com as indústrias produtoras de oxigênio?	Considerou região como Europa e América do Norte.	E 1 – “Estados Unidos e Europa.”
	Considerou região como setor que mais consome oxigênio produzido industrialmente.	E 2 – “a hospitalar”
	Considerou região no contexto local/nacional.	E 4 – “Norte”

Fonte: O autor (2022).

Para a questão 1 “O que é o oxigênio?” buscou-se dos estudantes ter uma base de conhecimento sobre os elementos químicos, como também sobre o gás oxigênio, elemento principal de debate no tema social e tecnológico escolhido. Como a pergunta foi formulada abertamente sem ter um direcionamento, é normal que a resposta possa ter uma variação. Como pode-se destacar do Quadro 10 as duas respostas abaixo dos estudantes 2 e 4 respectivamente.

E2: “é um ametal com 8 elétrons.”

E4: “É um gás necessário para a respiração dos seres vivos.”

A variação da resposta foi de uma localização na tabela periódica a sua importância como gás necessário aos seres vivos por fazer parte da respiração. Observa-se então, que embora exista uma variação de respostas, ambas estão dentro do campo conceitual científico ligadas interdisciplinarmente as matérias de química e biologia. Corroborando com Mansour (2009) e Lopez (2017) que defendem a importância da interdisciplinaridade na perspectiva CTS, visto que, através dessa pode-se perceber como a ciência molda a cultura moderna. As respostas à questão 1 concordam também com Aikenhead (1994) no destaque de que o ensino de ciência por meio dos conteúdos CTS deve ser multidisciplinar.

Na Questão 2 a abordagem da produção de oxigênio teve por objetivo despertar a curiosidade de como é produzido o oxigênio, mas o direcionamento da questão não definiu que seria apenas relacionado a aspectos da produção industrial. Pelas respostas percebemos que os estudantes consideraram a produção natural relacionando-a com o ciclo biológico. E consideramos ser de extremo proveito a consideração da produção na sua forma biológica, visto que, a questão sociocientífica traz em contexto consequências da falta de oxigênio ou da sua demora em ser produzido da forma não natural.

Neste tocante, elencamos que trazer a comparação da produção natural ou artificial foi um exercício positivo para construção de um pensamento crítico em relação ao tema científico, tecnológico e social. Ou seja, o aluno, perante o questionamento apontado conseguir articular diferentes possibilidades de

discussão e direcionamento do tema. E concordamos com Roberts (1991) quando ressaltar que as temáticas CTS devem permitir que o aluno esteja preparado para tomar suas decisões com bases científicas, tecnológicas e sociais, que podem estar implícitas na discussão.

Avançando com as perguntas do questionário prévio, a Questão 3 “Qual a diferença do Oxigênio utilizado em hospitais para o oxigênio industrial? “traz consigo um questionamento implícito para que o estudante faça a avaliação de qual oxigênio pode ser usado nos hospitais, de onde vem, quem o produz. De fato, há diferença para o gás oxigênio utilizado nos cilindros de um hospital para o gás oxigênio industrial? O gás oxigênio utilizado nos hospitais é produzido por indústrias e levado em cilindros e sua produção passa por etapas físicas de compressão para que se possa retirar frações mais puras possíveis, a chamada destilação criogênica¹², visto que, seu uso se dá em situações em que o paciente necessita do gás para sobreviver.

Nas indústrias, o gás oxigênio é utilizado, geralmente em petroquímicas, metalúrgicas e siderúrgicas para aumentar o rendimento de processos e na soldagem e na produção do aço. Entende-se então que o uso do gás oxigênio nos hospitais necessita de um controle de qualidade mais ajustado, por ser essencial na manutenção de um quadro clínico. Porém o procedimento de produção é o mesmo para ambas as situações, e o grau de pureza vai depender da indústria que se emprega o gás.

De acordo, com o site¹³ da empresa *ômega air*, uma das empresas mundialmente conhecidas pela produção de gás oxigênio, localizada na Eslovênia, a pureza do oxigênio hospitalar assim como também das indústrias produtoras de aço é de até 95%, e de acordo com documento¹⁴ publicado pela OPAS¹⁵ em conjunto com a OMS¹⁶ a concentração do oxigênio hospitalar pode conter no mínimo 82% de oxigênio puro. Das respostas, apenas um estudante

¹²O ar é comprimido e resfriado à temperatura ambiente e entra em duas colunas de destilação a fim de se retirar o gás oxigênio com maior pureza possível.

¹³Aplicações de oxigênio | OMEGA AIR | Tratamento de ar comprimido (omega-air.pt) - <https://www.omega-air.pt/noticias/noticias/aplicacoes-de-oxigenio>. Acesso em: 03/09/2022

¹⁴[OPASBRACOV1920055_por.pdf \(paho.org\)](#). Acesso em: 03/09/2022

¹⁵Organização Pan-Americana da Saúde

¹⁶ Organização Mundial da Saúde

considerou que o uso hospitalar era de um oxigênio não puro, e que havia uma mistura com outros gases, como destaca-se abaixo a resposta do estudante 2, retirada do Quadro 10.

E 2 – “o hospital não é puro e sim misturado com outros gases, o industrial e mais perto de puro ou puro para melhor queima dos materiais.”

Na Questão 3 e as respostas dos estudantes entram nas diferentes visões da perspectiva CTS, para Luján (1996) uma proposta curricular que permite o diálogo entre a educação científica, a educação tecnologia e social. Para Aikenhead (1985) destaca que o ensino do conteúdo científico deve levar em conta tanto o contexto social como o tecnológico. Aqui, destaca-se que a pergunta tem em seu cunho o aspecto tecnológico da produção e do uso do gás oxigênio.

As respostas foram objetivas, embora o uso do questionário aberto fosse para dar espaço para respostas mais extensas, caso os estudantes quisessem explorar. Ainda seguindo com as concepções prévias dos estudantes, a Questão 4 “Qual a composição do ar atmosférico?” mesmo havendo pontos divergentes todos os estudantes tinham a noção de que o ar atmosférico não era composto apenas do gás oxigênio, e sim, de uma mistura de gases, embora não soubessem, ainda, quantificar ou determinar quais todos os outros gases participantes. Para essa questão destaca-se a resposta que segue:

E 5: “oxigênio, gás carbônico, entre outros.”

O objetivo de despertar o senso crítico dos estudantes em pensar do que era formado o ar atmosférico vem da premissa de que o sociocientífico trata da falta de oxigênio nos hospitais, e muitas informações divulgadas nas redes sociais no período pandêmico tratavam o gás oxigênio utilizado nos hospitais como o ar atmosférico, ou muitas vezes a falta de oxigênio pôde ser traduzida no senso comum como “falta de ar”. A respeito dessa concepção Davey e Jenkins (1986); Aikenhead (1994); Layton e Stiefel (1995); Santos e Mortimer (2002) destacam a importância do estudante entender a concepção científica, a natureza da ciência e aí sim vai entender as repercussões no contexto social.

Acrescentando a essa questão, Aikenhead (1994); Santos e Mortimer (2002) trazem a importância da alfabetização científica e tecnológica através da educação CTS. Então se faz necessário iniciar esse pensamento crítico através de questões que além de fornecer as concepções dos estudantes, auxiliam também como uma ferramenta inicial de nortear o estudante.

Para a Questão 5 “Qual o país que mais produz oxigênio?” o objetivo era contextualizar com os aspectos sociais e tecnológicos, visto que, a produção em larga escala do gás oxigênio não é realizada de forma tão simples, demandando alto custo energético e o país que o faz precisa empregar uma mão de obra qualificada, estando muito presente em países industrializados. A questão teve como objetivo incentivar os estudantes a pensarem no contexto social de desenvolvimento do setor industrial do país. Das respostas obtidas nenhum estudante citou o Brasil como um dos maiores produtores de oxigênio, como pode-se destacar abaixo:

E 1 – “Estados Unidos”

E 2 – “França”

E 3 – “Inglaterra?”

Dos países, dois são da Europa e um da América do Norte. Entre os países europeus citados nas respostas a Inglaterra não está presente no top 5 dos maiores produtores de oxigênio, porém convém observar que é um país desenvolvido economicamente e que possui potencial para configurar o cenário de produção de oxigênio. De acordo com matéria publicada no ano de 2021 a AFP¹⁷ destaca os maiores produtores do gás oxigênio além da China, uma tendo sede na Alemanha a empresa *Linde*, a francesa *Air Liquide* e a americana *Air products*.

A Questão 6 “Quantas empresas produzem oxigênio no país? ” assim como a questão 5 contribuem para busca de uma concepção prévia a respeito da situação social do país, visto que, como destacado anteriormente um país que fornece oxigênio é um país considerado industrializado, sendo assim, se o

¹⁷Agence France-Presse - Agência de notícias francesa.

Brasil possui um bom número de empresas que estão no setor, vê-se com bons olhos econômicos e para um desenvolvimento tecnológico e social. Embora o número de empresas não fique claro, pois de acordo com pesquisas realizadas com AFP existem empresas que se destacam na produção global, porém destaca também que o transporte do oxigênio líquido é muito complexo se tornando difícil em longas distâncias, então existem diversas empresas que são locais e se concentram nas regiões que mais possuem consumo do gás oxigênio, essas empresas são estrategicamente situadas para poder escorrer por toda uma região.

A escolha das questões 5 e 6 respectivamente, corrobora com Merryfield (1991) e com Ramsey (1993) que defendem a escolha de um tema que possua alcance global num grau de problematização social. O tema em si é uma construção e as questões que fazem parte do questionário prévio precisam ser peças de encaixe que constroem um todo.

Seguindo para Questão 7 “Quais os tipos de contaminantes podem ser encontrados no oxigênio?”, de acordo Gil-Pérez e Praia (2011) considera-se que tem aspectos de uma perspectiva CTS por trazer problemáticas também de cunho ambiental. Das respostas que se encaixam nesse aspecto, pode-se destacar as dos estudantes 1 e 4, respectivamente:

E 1 – “Carbono e moléculas impuras”

E 4 – “Contaminantes devido à poluição”

Embora sejam respostas objetivas, percebe-se a introdução de termos como “poluição” e “impuras”, o que nos remete a percepção de um pensamento crítico em relação a poluição atmosférica, causada por fatores diversos. As respostas se encaixam no que Bazzo (2001) definiu como educação que não foque no tecnicismo e sim na criticidade, aqui o destaque crítico pode ser alocado para as questões ambientais, como o ar atmosférico poluído. Como a pergunta faz parte de um questionário prévio existe a possibilidade de trabalhar essa criticidade em relação ao tema ambiental, para que se possa ter um pensamento coletivo sobre os aspectos de poluição e qualidade do ar que se respira.

Por fim, a Questão 8 “Qual região é mais beneficiada com as indústrias produtoras de oxigênio?” para essa questão observa-se aspectos trazidos por Freire (1987) que defende que é interessante trazer temas locais, e para a questão 8 pode-se observar que houve regiões com uma escala macro como resposta a Europa e outro que respondeu a região norte como mais beneficiada pelas indústrias produtoras do gás oxigênio. Das respostas, descritas no Quadro 10, pode-se destacar as dos estudantes 1 e 4, respectivamente.

E 1 – “Estados Unidos e Europa.”

E 4 – “Norte”

Sendo assim, o tema trata de aspectos que vão do macro ao micro, pois é possível analisar desde nações, até capitais como mais desenvolvidas economicamente sendo influenciadas por essas empresas fornecedoras de oxigênio gasoso ou líquido.

O propósito de obter as concepções prévias através do questionário foi bem avaliado, visto que as respostas se encaixaram nos aspectos da perspectiva CTS, demonstrando assim como Gil (2008) que o questionário é uma fonte investigativa para a obtenção de informações sem influenciar as respostas dos entrevistados, no caso aqui, os estudantes.

4.2 ANÁLISE DAS RESPOSTAS A QSC.

Após a aula 1, em que se introduziu o texto que serviria como base para a questão sociocientífica **As mortes causadas pela falta de Oxigênio no Brasil em decorrência da pandemia da covid-19**, teve-se prosseguimento na aula seguinte com o questionário sociocientífico, composto por 4 questões, pois de acordo com Gil (2008) o número de questões deve ser bem pensado para que não venha cansar aos entrevistados. Entretanto, ao limitar o número de questões, o professor deve lembrar que cada pergunta tem seu papel na construção da criticidade dos estudantes em relação aos aspectos CTS, de forma que ao ler e responder, a intenção é que os estudantes consigam fazer a ligação com o tema apresentado, dando-os assim a possibilidade de colocar em prática seu lado crítico, seu pensamento científico e social. O Quadro 11 a seguir, apresenta as perguntas da QSC e as respostas dos estudantes. Vale salientar que por motivos de ética na pesquisa, os estudantes não foram identificados com seus respectivos nomes, sendo assim, atribuiu-se um código E1 (Estudante 1) até E5 (Estudante 5).

Quadro 11: Análise das respostas dos estudantes a QSC.

QUESTÕES	CATEGORIAS	RESPOSTAS
1 – Quais os fatores e/ou causas que permitiram acabar o oxigênio em alguns hospitais?	Alunos que levaram em consideração aspectos sociais/políticos como um dos fatores.	E 1 – “A falta de organização da prefeitura e do Governo Federal em relação a entrega e a altíssima demanda dos hospitais.” E 2 – “falta de verbas, e localização de difícil acesso” E 3 – “a falta de dinheiro pra abastecer os hospitais, ou muitos pacientes e poucos cilindros de oxigênio”
	Estudantes que consideraram aspectos tecnológicos referente ao processo de produção/armazenamento, aspecto ambiental como o fato de se estar vivendo uma pandemia e aspectos financeiros.	E 4 – “Devido a grande quantidade de pessoas que apresentavam os sintomas da COVID-19, tendo faltar de ar, levando a necessidade de mais oxigênio. Tem a questão do aumento de preço, dificultando uma quantidade suficiente de oxigênio nos hospitais e talvez problemas na produção” E 5 – “o consumo exagerado e a falta de lugar pra armazenamento”

<p>2 - Haveria diferença em se dizer falta de Oxigênio ou falta de ar? Justifique</p>	<p>Estudantes que buscaram aspectos científicos para justificar sua resposta. Efeitos da ciência sobre a sociedade.</p>	<p>E 1 - “Sim, pois o ar atmosférico é uma junção de diversos gases, enquanto o ar oxigênio constitui-se de apenas um gás.” E 2 – “sim pois oxigênio e ar em específico e ar e no geral incluindo o oxigênio” E 4– “Sim, já que oxigênio está se referindo diretamente ao elemento da tabela periódica e ar está falando da falta do mesmo, mas em relação a falta de oxigênio, em alguns casos não teria problema, como no hospital, já que a falta de oxigênio está diretamente relacionada com a falta de ar.” E 5 – “sim, pois ar tem mais que oxigênio, apresenta gás carbônico e nitrogênio, já o oxigênio apenas faz parte dele.”</p>
	<p>Estudantes que buscaram relacionar sua resposta com a falta de oxigênio dos hospitais motivada pela pandemia do <i>COVID-19</i>. Efeitos da sociedade sobre a ciência e sobre a tecnologia.</p>	<p>E 3 – “sim, pois a falta de ar, - que pode muitas vezes estar relacionado à asma – é algo involuntário e que muitas vezes não se pode controlar, já falta de oxigênio, é em relação aos cilindros de oxigênio usados em hospitais, como por exemplo, cirurgias ou em leitos de pacientes que contraíram o vírus da Covid-19.”</p>
<p>3 – Em termos de porcentagem qual a composição do Ar atmosférico? E quais elementos substâncias químicas podem ser encontradas?</p>	<p>Estudantes que buscaram aproximar suas respostas da composição do ar atmosférico.</p>	<p>E 1 - “87% oxigênio, 7% nitrogênio, 1,5% carbono e o resto de gases nobres. E 2 – “16%, CO₂ NO₂ e gases nobres” E 3 – “nitrogênio – 25%; Oxigênio – 10%; Carbono – 15%; Nobres – 50% E 4 – “O oxigênio tem uma porcentagem menor do que os demais elementos presentes no Ar atmosférico e além do oxigênio, há o nitrogênio.”</p>
	<p>Estudantes que consideraram aspectos ambientais em suas respostas.</p>	<p>E 5 – “70% de nitrogênio sia oxigênio e também não sei gás carbônico, as hoje em dia existe muita poluição, então aumenta o carbônico.”</p>
<p>4 – Dentre as formas de produção do oxigênio, qual a utilizada para produção de oxigênio em aviões?</p>		<p>E 1 – “Oxigênio puro, para utilização para as pessoas a bordo.” E 2– “as mesmas que dos hospitais”</p>

	Estudantes que buscaram fazer distinção das formas de produção de oxigênio, entre industrial e hospitalar. Efeitos da tecnologia sobre a sociedade e sobre a ciência.	E 5 – “a industrial, pois não é usada em hospital”
--	---	---

Fonte: O Autor (2022).

Ao se trabalhar a questão sociocientífica é importante que o professor busque temas controversos, que possa ter mais de um ponto de vista, temas transversais que possibilite diálogos entre as diferentes áreas do saber, de conceitos científicos com conhecimento popular, visto que assim tem-se uma forma de mostrar aos estudantes como o conteúdo abordado pode se apresentar no seu cotidiano. De acordo com Conrado e Neto (2018), se faz necessário que no uso da QSC se estimule a participação do estudante, que seu momento de fala seja especial, pois assim haverá uma construção de um cidadão participativo nas tomadas de decisão que envolve seu meio social.

Como base introdutória ao tema foi-lhes dado um texto composto por duas matérias, da FIOCRUZ e da BBC, respectivamente, Quadro 5. O texto disponibilizado corrobora com Aikenhead (1994), Silva e Marcondes (2015) em que descreveram eixos para uma análise de SD, desses eixos descritos é destacado a necessidade de abordar o tema com uma visão geral, de forma que possibilite ao leitor entender o que será abordado no problema.

Pensando nas características descritas anteriormente, o questionário do Quadro 11, teve sua primeira pergunta “**Quais os fatores e/ou causas que permitiram acabar o oxigênio em alguns hospitais?**” pautada no aspecto social, buscando o posicionamento dos estudantes a respeito do que pensavam sobre a crise hospitalar causada pela alta demanda de oxigênio em virtude da pandemia da COVID-19. A questão 1 se encaixa no que Aikenhead (1994) definiu como educação CTS, que visa uma alfabetização dos cidadãos trazendo-os valores, interesses coletivos, fraternidade e empatia que se tornam fatores importantes numa tomada de decisão social. Além dos aspectos destacados anteriormente pode-se observar ainda que a responsabilidade social, o interesse por causas sociais e pensamento lógico e racional fazem

parte dos objetivos dos currículos CTS, desta forma, destaca-se das respostas dos estudantes:

E 1 – “A falta de organização da prefeitura e do Governo Federal em relação a entrega e a altíssima demanda dos hospitais.”

Acredita-se que a leitura do texto norteador e a vivência da pandemia contribuiu para tal posicionamento do estudante, visto que trouxe argumentos de cunho político como um fator causador da crise. Além da resposta do E1, destaca-se também a resposta seguinte

E 4 – “Devido a grande quantidade de pessoas que apresentavam os sintomas da COVID-19, tendo faltar de ar, levando a necessidade de mais oxigênio. Tem a questão do aumento de preço, dificultando uma quantidade suficiente de oxigênio nos hospitais e talvez problemas na produção”

É possível observar aspectos sociais na resposta do **E5** que não foram abordados em outras respostas, a questão do aumento do preço de cilindros de oxigênio, fato que ocorreu em estados como Amazonas em que o preço sofreu um aumento exorbitante. Tal aspecto destacado mostra a visão crítica da realidade através do estudante, o que se mostra um objetivo dos currículos CTS, que o aluno possa estar ativo pensando em conjunto, analisando fatos fazendo ligações com a ciência e tecnologia. Um ponto interessante que foi trazido de forma objetiva na resposta é o aspecto tecnológico ligado a produção do oxigênio, pois durante a crise de oxigênio empresas responsáveis pela distribuição relatavam não estar dando conta da demanda por não ser um processo tão rápido de se desenvolver.

Diante das respostas coletadas para a questão 1, nota-se que embora por meio de frases objetivas, os estudantes possuem um senso crítico em desenvolvimento e que precisa ser cada vez mais explorado, observa-se também que através dessas atividades os estudantes ganham experiência que auxilia na construção individual de argumentação, corroborando com Conrado e Neto (2018) sobre o uso das QSC.

Diante do tema apresentado, tendo como ponto de partida a crise hospitalar causada pela pandemia, viu-se a oportunidade de problematizar e

questionar o que se tem por senso comum ou cultura primeira. Para isso, a questão 2 **“Haveria diferença em se dizer falta de Oxigênio ou falta de ar? Justifique”** em que buscava dos estudantes esse discernimento para compreender qual o significado para “falta de ar” e como esse termo estava diretamente ligado aos sintomas da *COVID-19*, a crise hospitalar e aos efeitos da ciência sobre a sociedade e da sociedade sobre a ciência.

Primeiramente pode-se destacar que os estudantes buscaram mostrar que haveria diferença em dizer “falta de ar” e “falta de oxigênio”, a explicação teve base científica ao tentar mostrar que o ar atmosférico possui em sua composição o gás oxigênio, porém, outros gases juntos fazem parte do ar atmosférico. E em contrapartida a falta do gás oxigênio seria a ausência apenas do elemento oxigênio. Como pode-se perceber na resposta a seguir:

E 1 - “Sim, pois o ar atmosférico é uma junção de diversos gases, enquanto o ar oxigênio constitui-se de apenas um gás.”

Em outro ponto a ser analisado outro estudante (**E4**) faz menção a não ter problemas em relacionar o termo falta de oxigênio a falta de ar, pois na sua concepção em alguns casos a falta de ar remete a não conseguir respirar, como nos casos dos sintomas da *COVID-19*. Destaca-se um trecho da resposta a seguir:

E 4 – “(...), mas em relação a falta de oxigênio, em alguns casos não teria problema, como no hospital, já que a falta de oxigênio está diretamente relacionada com a falta de ar.”

A questão de número 2 tem como objetivo incentivar o questionamento sobre a situação e relaciona-la com o tema proposto e no fim da atividade tentar aplicar os conhecimentos científicos concordando com o que foi destacado por Mundin e Santos (2012).

Tendo como base a questão 2, em que os estudantes foram desafiados a pensar no que seria a falta de ar, têm-se a questão 3, que busca trazer uma construção de pensamento, ao perguntar a composição do ar atmosférico. Tendo em vista que o senso comum remete que o ar atmosférico tem sua maior composição o gás oxigênio. Como pode-se destacar a resposta do E1.

E 1 - “87% oxigênio, 7% nitrogênio, 1,5% carbono e o resto de gases nobres.

Entretanto outros estudantes possuem um conhecimento que o fazem lembrar que a composição do ar atmosférico não tem como maior quantidade de gás oxigênio, como pode-se destacar as respostas a seguir:

E 3 – “nitrogênio – 25%; Oxigênio – 10%; Carbono – 15%; Nobres – 50%

E 4 – “O oxigênio tem uma porcentagem menor do que os demais elementos presentes no Ar atmosférico e além do oxigênio, há o nitrogênio.”

Embora não esteja dentro da porcentagem cientificamente correta, houve uma aproximação considerável se posto em comparação com o E1. Como a sala de aula possuía um número resumido de aluno, por opção de proposta pedagógica da escola, as respostas fornecidas pelos estudantes ajudam a construir e destacar a qual a composição correta do ar atmosférico, trazendo assim uma construção coletiva.

A Questão 4 “**Dentre as formas de produção do oxigênio, qual a utilizada para produção de oxigênio em aviões?**”. Essa pergunta serviu de ponte para introdução ao conceito científico. Após a abordagem das questões norteadoras, foi solicitado aos estudantes uma pesquisa que fosse possível responder ou detalhar a produção do oxigênio hospitalar, a pesquisa trouxe bons resultados, visto que diferentes formas de produção puderam ser abordadas.

Fazendo o link com a **QUESTÃO 4** foi mostrado aos estudantes um vídeo de como se produz oxigênio dentro de um avião, O assunto de reações inorgânicas então, pôde ser contemplado através de exemplos práticos. Concordando mais uma vez com Mundin e Santos (2012) em que defendem que o conceito científico é o ponto de chegada e ponto de partida é tema sociocientífico. perguntas destacadas a seguir:

Objetivo era mostrar aos estudantes que não existia apenas um tipo de reação, que a reação de neutralização é apenas uma opção de outras que existem. Após esse momento, os estudantes responderam se o método utilizado nos aviões, com uma reação de decomposição poderia ser utilizado

também como solução na crise de oxigênio hospitalar. As respostas foram quase que unânimes, pois o volume de oxigênio produzido por uma reação de decomposição não seria suficiente para abastecer um hospital, para que isso fosse possível seria demandado uma grande quantidade de reagentes. Esse pensamento ficou claro no último momento de intervenção, em que foi gravado um *podcast* como forma de avaliação do conteúdo sociocientífico.

Essa ligação do conceito químico como uma provável solução para um problema social como defende Santos e Mortimer (2009), é uma ferramenta extremamente valiosa pois faz com o que os estudantes pensem tanto no conceito químico como no problema social. Aikenhead (1994) destacou essa ligação do conceito científico com o tema social como um dos modelos de currículos CTS, que conteúdo científico é também utilizado para enriquecer a aprendizagem.

Diante da análise das respostas e tomando como base Solbes e Torres (2012), (Quadro 8) em que destaca as competências que uma pessoa que desenvolva o pensamento crítico mediante as relações CTS, entende-se que os estudantes puderam desenvolver a competência de número 4 “Avaliar e fazer julgamentos éticos em torno da QSC, levando em consideração sua contribuição para a satisfação das necessidades humanas, para a solução dos problemas do mundo.” Através dos seus posicionamentos como exemplo, pode-se destacar as respostas fornecida das para a questão 1.

4.1. ANÁLISE DO PODCAST

O *podcast* foi proposto como atividade final da aplicação da SD, a primeira atividade foi o questionário prévio, seguindo com o texto que continha o tema social, depois aplicou-se o questionário sociocientífico e por fim a gravação do *podcast*. A proposta da atividade final ficou entre a escrita de um texto dissertativo argumentativo de forma individual ou a gravação de um episódio de *podcast* em grupo, os estudantes optaram pela gravação do *podcast*. A gravação foi realizada em 17 minutos de conversa na íntegra, os estudantes participaram de forma ativa na discussão do tema, as perguntas selecionadas foram de acordo com o tema social e com conteúdo científico, a saber as reações inorgânicas, em especial os tipos de reação dupla-troca e reações de análise e decomposição.

Abaixo está transcrito um dos trechos da conversa, nesse trecho é perguntado sobre o método de produção de oxigênio, um exercício de comparação entre o método empregado nas aeronaves e o método que produz em larga escala e fornece oxigênio para as indústrias e hospitais. A forma de produção dos aviões utiliza uma reação de decomposição do sal Clorato de sódio que produz cloreto de sódio e o gás oxigênio. Durante a conversa em que se gravou o *podcast* essa forma de produzir oxigênio foi considerada “forma química de produção” visto que se utilizava uma reação química. Já o método de produção em larga escala utiliza métodos de separação em que o ponto de liquefação dos gases é um ponto chave.

P: ...se nós fôssemos comparar essa produção que vocês falaram aí (se referindo a um outro momento que foi suprimido na transcrição) química, com a dita industrial, alguma dessas duas poderia ser a solução para a crise que teve aqui no Brasil (referindo-se a crise de oxigênio causada pela pandemia da COVID-19) ou as duas (formas de produção) seriam a solução? (++) alguém sabe responder?

E1: pode repetir a pergunta, por favor?

[[

P:

sim, sim!

P: a forma que se produz oxigênio para o hospital é uma, e a que se produz nos aviões é uma outra forma, é a dita química, um gerador químico. certo? Dessas duas (+) aí eu perguntei, as duas formas de produção de oxigênio poderia ser a solução para a crise que aconteceu aqui no Brasil ou é independente disso?

E 1: independente disso.

E 2: acho que é independente.

P: algum motivo em especial?

E 2: porque o gerador químico consome e produz pouco, por pouco tempo, *não seria necessário* (não seria suficiente) para abastecer um dia da UTI (referindo-se ao volume de gás oxigênio necessário para manter uma UTI)

E 1: você gasta mais dinheiro para um oxigênio menos puro e com uma produção menor, então vale muito mais a pena você apostar num oxigênio produzido, então vale mais a pena você produzir no oxigênio para uma grande (incompreensível).

P: entendi! É como se fosse algo que fosse gastar muito e não vai dar retorno? Seria isso? Ou não é isso?

E2: mais ou menos. É porque um paciente em UTI consome em média, casos graves de *oitenta e três metros cúbicos por dia*, então tipo, o cilindro (de oxigênio utilizados nas UTI's) tem cinquenta litros, ahh então é uma diferença bem grande, não teria como produzir tanto oxigênio com reações químicas e depois ia demorar um pouco, ia ter um tempo e além disso (+) é::ia se produzir pouco para o que se necessita.

E 1: talvez em casos mais leves a utilização do gerador químico de oxigênio (produção de gás oxigênio através de uma reação de decomposição)

seja uma boa ideia, agora em casos mais graves ia ser um gasto muito grande e não seria um benefício tão importante assim para o portador da doença (paciente infectado pelo vírus da COVID-19).

A produção do *podcast* foi uma fermenta interessante para documentar uma abordagem diferente ao conteúdo de reações químicas, como também a opinião crítica dos estudantes referente a crise hospitalar por falta de oxigênio. Com visto no trecho destacado, os estudantes compreendiam que a forma de produção do oxigênio através de reações era importante nos aviões, mas não seria suficiente para os hospitais.

Um outro ponto importante que se destaca positivamente foram as abordagens a divulgação de vídeos e notícias falsas e que utilizando o conceito científico aprendido em sala de aula seria possível analisar a veracidade das informações apresentadas nas chamadas *fake News*. Além dos pontos destacados anteriormente para utilização do *podcast* como ferramenta de documentar, foi através do *podcast* que ficou notório que a QSC foi bem debatida, trazendo posicionamentos pontuais e relevantes corroborando com a ideia de que o uso da QSC na perspectiva CTS é mais uma ferramenta que visa auxiliar no processo de ensino e aprendizagem contribuindo para construção de estudantes que pensem em melhoria para seu contexto social e que possam tomar decisões baseadas no conceito científico aprendido em sala de aula.

Diante disso, observa-se que os três critérios definidos por Ramsey (1993) foram contemplados na SD, o primeiro: se o problema é de natureza controversa, acreditamos que sim, visto que encontrar um culpado para a crise hospitalar não era uma tarefa tão simples tendo em vista a quantidade de fatores envolvidos. O segundo critério definido por Ramsey (1993) é saber se o tema tem significado social, de fato houve um significado social, pois, vidas estavam em risco quando ocorreu o caso da crise de oxigênio e encontrar uma solução para uma produção de oxigênio mais eficiente ou para uma melhor distribuição iria contribuir diretamente no quadro dos pacientes.

Por fim, o terceiro critério se o tema em alguma dimensão é relativo à ciência e a tecnologia, e ao expormos as formas de produção, as empresas que mais fornecem o gás oxigênio, a forma como se produz o gás oxigênio nas aeronaves, entende-se que o tema tem aspectos da tecnologia influenciando a sociedade e a ciência, como também aspectos científicos em conjunto com a tecnologia que influenciam diretamente a sociedade. Um parâmetro utilizado para análise das respostas e do processo evolutivo no que concerne os aspectos CTS, destaca-se as competências que se esperam de uma pessoa que compreenda as relações CTS (Quadro 8), para a análise do podcast, a competência de número 5, “Construir abordagens e conclusões devidamente fundamentadas que levem a tomar decisões informadas, a promover ações para melhorar a qualidade de vida e a ser capaz de transformar a sua realidade resolvendo diferentes situações a nível pessoal, familiar e laboral.” Nesta competência entende-se que o estudante compreende que seu posicionamento é importante diante da questão abordada, por isso suas conclusões têm fundamentos éticos, morais, científicos.

Dentro dessa perspectiva, acredita-se que o podcast foi uma ferramenta importante para alcançar a competência 5, visto que o posicionamento dos estudantes era de procurar encontrar uma solução que pudesse ajudar o meio social, como também se posicionar expondo sua opinião em busca de encontrar responsáveis pela crise hospitalar. Dentro dos posicionamentos destacados viu-se respostas de cunho político embasado em notícias e na realidade que se apresentava o país. Outra competência alcançada foi a de número 2 e 3. Visto que os estudantes tiveram um momento para pesquisar sobre o tema, buscar dados concernentes ao tema, sendo assim, as opiniões expostas, tiveram base e os discursos não foram meramente ditos por expressar a opinião da maioria.

5 CONCLUSÕES

Com a utilização de uma Sequência didática que explorou uma QSC para articular a perspectiva CTS notou-se uma relação ensino e aprendizagem contextualizada, de forma que os estudantes puderam expressar seu pensamento crítico relacionado ao tema social abordado na forma de debate com diálogo oral e em grupo. Tendo em vista ser um tema atual e integrado ao convívio diário dos participantes da pesquisa. Buscou-se também, promover um aprendizado participativo trazendo elementos de um momento ao qual a sociedade estava inserida, com objetivo de minimizar as lacunas no processo de ensino e aprendizagem.

Sendo assim, é necessário repensar a SD, a fim de viabilizar sua aplicação em diferentes regiões, repensar sua possibilidade em escolas públicas com um maior número de estudantes e conseqüentemente uma maior diferença na forma de pensar. Em uma sala com maior quantitativo de estudantes a gravação do *podcast* talvez precisasse ser realizada por grupos de estudantes, ou até uma outra forma de avaliação poderia ser introduzida. Essa proposta fica para uma pesquisa futura, para se ter uma maior certeza do que se pode construir com a SD sendo aplicada em uma escola pública da região metropolitana do Recife.

Em resumo, a pesquisa contribui para o ensino de química no sentido de proporcionar ao professor mais uma ferramenta no ensino das reações inorgânicas articulando com temas reais e controversos que perpassam na sociedade, buscando tornar o aluno participante ativo no processo de aprendizagem, dando espaço para sua vez de fala a fim que seja externado seus questionamentos, dúvidas e posicionamentos. Para isso, a utilização de vídeos, de matérias contendo informações que não condiziam com o conceito científico, de publicações de rede social e de aulas expositivas dialogadas em grupo.

Desta forma, acredita-se que além do ensino de química, houve contribuição também para formação de um cidadão que se posiciona frente a problemas sociais e que não fica isento de opinar. Por fim, acredita-se que a pesquisa teve um impacto significativo na formação dos estudantes, como

também na formação acadêmica e profissional do futuro docente, visto que, teve sua aplicação durante a disciplina Estágio Supervisionado II.

As limitações da pesquisa se deram na produção de *podcast* dada a necessidade de participação de todos os estudantes, como também limitar o tempo de fala caso o número de estudantes por sala de aula seja consideravelmente grande. Ao passo que não daria tempo de todos emitirem sua opinião a respeito da QSC de forma integral e objetiva. Dessa forma, pesquisas futuras podem substituir o *podcast* para que seja possível a participação efetiva dos estudantes, em casos de salas numerosas.

Com isso, concordamos que a pesquisa é viável em turmas com quantitativo inferior a 15 estudantes, o que se torna fora do padrão de uma escola pública do estado de Pernambuco, sendo necessário uma adaptação de forma de avaliação e de coleta de dados que não seja o *podcast* em grupo.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. Collective decision making in the social context science. **Science education**, v. 69, n. 4, p. 453-75, 1985.
- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching. **STS education: International perspectives on reform**, v. 2, n. 12, p. 47-59, 1994.
- AULER, D; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 1-13, 2001.
- AULER, D; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.
- AUSUBEL, D. P. A aprendizagem significativa. **São Paulo: Moraes**, 1982.
- BARBOSA, M. N. D *et al.* O uso da rede social Instagram como ferramenta potencializadora do ensino e aprendizagem: Estudo de caso do perfil “Vai cair no ENEM”. CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 7, 2020, Maceió. **Anais ...** Maceió: 2020. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/69161>. Acesso em: 08 out. 2021.
- BRAGA, M. **Breve história da ciência moderna: Volume 2: Das máquinas do mundo ao universo-máquina (século XV a XVII)**. Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 2004.
- BUFFOLO, A. C. C.; RODRIGUES, M. A. Agrotóxicos: uma proposta socioambiental reflexiva no ensino de química sob a perspectiva CTS. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2015.
- CASTRO, A. D. et al. Didática para a escola de 1º e 2º graus. **São Paulo: Pioneira**, p. 49-55, 1976.
- CHASSOT, A. I et al. Química do cotidiano: pressupostos teóricos para a elaboração de material didático alternativo. **Espaços da Escola**, v. 3, n. 10, p. 47-53, 1993. Disponível em: http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/delpino/espacos_escola_10.pdf. Acesso em: 19 jul. 2022.
- CHASSOT, A.I. **A ciência através dos tempos**. São Paulo, Moderna, 1994; CHASSOT, A.I - Alquimiando a Química. QNESC. 1995.
- CONRADO, D. M; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018. 570 p.
- CONRADO, D. M; NUNES-NETO, N; EL-HANI, C. N. Argumentação sobre problemas socioambientais no ensino de biologia. **Educação em Revista**, v. 31, p. 329-357, 2015.
- DOS SANTOS, W. L. P; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da

educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.

FELTRE, R. QUÍMICA. –6 ed. **São Paulo: Moderna**, 2004. p. 61.

FREITAS, R. D. O. **O uso de uma controvérsia sócio-científica em escolas públicas do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado. Dissertação (Dissertação de mestrado não publicada). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro. 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. – São Paulo: Atlas, 2008.121 p.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de administração de empresas**, v. 35, n. 2, p. 57-63, 1995.

GONÇALVES, T. V. O. **Educação em Ciências e Matemáticas: debates contemporâneos sobre ensino e formação de professores**. Penso, 2015. p. 194.

KRAUSHAAR, A. et al. **Proposta de ensino de química numa abordagem CTS visando a discussão de um problema local**. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4891/1/PG_PPGET_M_Kraushaar%2C%20Alexandra_2020.pdf. Acesso em: 19 jul. 2022.

KIRCHNER L., LOCHNER S., DOWY S (Linde). The 12th Cryogenics - Advanced Cryogenic Processes for low Purity Oxygen Production. Dresden, Germany, 2012.

KURZ, D. L; PIVA, L; BEDIN, E. Conception and Perceptions of Pre-service Teachers on the use of Paradidactic Books in Chemistry Teaching. **Acta Scientiae**, v. 21, n. 5, p. 62-80, 2019.

LAVOR, A. Amazônia sem respirar: falta de oxigênio causa mortes e revela colapso em Manaus. **RADIS: Comunicação e Saúde**, fev. 2021. n.221, p.20-23.

LAYTON, D; DAVEY, A; JENKINS, E. Science for specific social purposes (SSSP): Perspectives on adult scientific literacy. 1986.

LIMA, A. M. Análise do desenvolvimento de aprendizagens nas dimensões conceitual, procedimental e atitudinal em uma sequência didática sobre o uso de agroquímicos fundamentada na modelagem analógica. **Dissertação** (mestrado acadêmico). Universidade Federal de Ouro Preto, 2019. Vol. 41, N° 1, p. 82-97.

LÓPEZ CERREZO, J. A.. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Asunción: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 2017.

MANSOUR, N. Science-technology-society (STS) a new paradigm in science education. **Bulletin of science, technology&society**, v. 29, n. 4, p. 287-297, 2009.

MEMBIELA, P. Una revisión del movimiento educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 51-57, 1997.

MERCHÁN, N. T. El abordaje de situaciones contextuales para la solución de problemas y la toma de decisiones. **Zona Próxima**, n. 14, p. 126-141, 2011.

MEZACASA, B. K; KURZ, D. L; BEDIN, E. O Uso da sequência didática no ensino de Química: um caso específico no estágio supervisionado. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 6, n. 2, p. 270-290, 2020.

MOREIRA, M. A. et al. ¿ Al final, qué es aprendizaje significativo?. 2012. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/alfinal.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2022.

NETO, J. B.; SANTIAGO, E. Estágio Curricular: permanências e mudanças em um espaço tempo estruturador da formação de professores. **Linhas Críticas**, v. 21, n. 46, p. 584-605, 2015.

OLIVEIRA, R. O uso de uma controvérsia sócio-científica em escolas públicas do Rio de Janeiro. 2011.

PACEY, A. (1990). La cultura de la tecnología. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica.

Para além de Manaus, pandemia provoca crise do oxigênio em três continentes - BBC News Brasil. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-55856813>. Acesso em: 27 de junho de 2021.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 13, p. 71-84, 2007.

ROBERTS, D. A. What counts as science education. **Development and dilemmas in science education**, p. 27-54, 1988.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. **Encontro Nacional de Ensino de Química**, v. 18, p. 1-10, 2016.

ROCHA, S.; PASSOS, M.H.S. O ensino de química: as dificuldades dos alunos sobre reações químicas da rede estadual do município de São Julião – PI. CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA. Recife, 2012. **Anais ...** Recife, 2012. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/6/684-12872.html>. Acesso em: 17 jul. 2022.

RODRIGUES, M. S. et al. A pesquisa como ferramenta para a construção do conhecimento no Ensino Médio. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS LICENCIATURAS – COINTER, 2019, Recife. **Anais ...** Recife, 2019.

Disponível em: https://cointer.institutoidv.org/pdvl/anais_pdvl20192.php.
Acesso em: 06 out. 2021.

ROSENTHAL, D. B. Two Approaches to Science-Technology-Society (STS) Education. **Science education**, v. 73, n. 5, p. 581-89, 1989.

SANTOS, R. S. REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA EM PLANTAS DE SEPARAÇÃO DE AR COM FOCO NA ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R.P. Educação em química: compromisso com a cidadania. 2003. Disponível em: <https://ria.ufrn.br/jspui/handle/123456789/897>. Acesso em: 12/08/2022.

SANTOS, W.L.P.; MOL, G. S. Química cidadã: volume 1: Ensino Médio: 1º série 2. ed. **São Paulo: Editora AJS**, 2016.

SILVA, A. N.; PATACA, E. M. O Ensino de Equilíbrio Químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 1, p. 33-43, 2018.

SILVA, E. L.; MARCONDES, M. E. R. Materiais didáticos elaborados por professores de química na perspectiva CTS: uma análise das unidades produzidas e das reflexões dos autores. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 21, p. 65-83, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/dCKvJDvkMkH4HQZTTvRG6gQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11/08/2022.

SCHMIDT, W. P. et al. **Managing trace contaminants in cryogenic air separation**. American Institute of Chemical Engineers, 2000.

SOLOMON, J. **Teaching Science, Technology and Society. Developing Science and Technology Series**. Taylor and Francis, 1900 Frost Road, Suite 101, Bristol, PA 19007., 1993.

STIEFEL, B. M. (1995). La naturaleza de la ciência em los enfoques CTS. *Alambique dicáctica de las ciências experimentales*, v. 2, n. 3, p.19-29.

TABORDA, J. M. M.; PENHA, M. R. Desmistificando a Química: investigação das definições dos estudantes do IFRO sobre o real conceito das Reações Químicas. **Educação Por Escrito**, v. 5, n. 1, p. 51-67, 2014.

VARGAS, M. Para uma filosofia da tecnologia. 1994.

VILCHES PEÑA, A.; GIL PÉREZ, D.; PRAIA, J. F. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. 2011.

VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2007.

WAKS, L. J. Educación em ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. **Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinares em la univeridade, em la**

educación y en la gestión política y social. Barcelona, Anthropos, Leioa: Universidad del País Vasco, p. 53, 1990.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. trad. **Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Art. Med, 1998.**

ZABALA, A; ARNAU, L. Como ensinar e aprender competências. **Porto Alegre: Artmed, v. 197, 2010.**